

과학이 보인다

2 동아시아의 과학

양재승



과학이 보인다

② 동아시아의 과학

양재승

과학이 보인다

② 동아시아의 과학

양재승

오늘 우리는 고도의 과학문명시대에 살고 있다. 불과 50년 전에는 상상도 하지 못했던 통신기술(IT), 생명공학기술(BT), 나노기술(NT)로 우리의 생활은 편리하고 빠르고 넓게 확장되고 있다. 줄기세포 기술로 인체가 다시 젊어지고 120세 한계 수명까지 살 수 있는 시대가 오고 있다. 그러나 한편으로는 현대 과학기술이 주는 편리함과 안락함이 큰 만큼 인류는 과학기술이 남긴 환경오염과 인간성 퇴화로 지구의 종말을 염려하기도 한다. 환경이 주요 화두가 되고 녹색성장이 강조되는 시대가 된 것이다.

중국과학문명사(Science and Civilisation in China)를 저술한 조셉 니덤(Joseph Needham)은 그의 책 서문에 의미 있는 글을 남겼다.

“초기 중국인들은 그리스인들 못지않게 자연에 대한 깊은 통찰력을 가지고 있었다. 중국에서 아리스토텔레스가 나오지 않은 것은 아마도 훨씬 이른 시기에 현대 과학기술로 발전하는 것을 막는 어떤 방해 요소가 있었던 것 같다. 도교사상 이외에도 중국에는 합리적 자연주의와 계몽적 회의론의 조류가 늘 있어왔고, 이것은 같은 시대 유럽에서 현대 과학기술이 성장하는 동안에도 중국에서 크게 작용했다는 사실이다.”

중국의 합리적 자연주의와 계몽적 회의론은 과학기술의 발전이 우주질서와 마찰을 빚고 인간 윤리를 거슬리는 수준에 이르면 거기에서 더 나아가는 것을 포기했다는 것이다. 그래서 중국은 나침반, 화약, 인쇄술 등 인류사를 변화시킬 수많은 발명을 해놓고도 이들을 실용화하지 못했다. 1950년대에 니덤이 보는 이러한 관점은 어쩌면 서양의 과학기술로 환경이 파괴되고 인간성이 몰락하는 오늘의 문제를 동양철학에서는 오래전부터 예견하고 있었다는 것을 암시하는 것이 아닐까?

서양의 과학기술이 분석적이며 단순화된 가설과 증명에 근거한 반면 동양은 통

합적이며 인간과 자연의 조화에 가치를 두고 있다. 세분화, 고도화된 현대과학이 융합을 통해 새로운 활로를 찾으려고 하는 것은 동서양 과학철학 패러다임의 조화라고 볼 수 있다.

저자는 다양하게 발전해온 현대 과학기술의 역사와 특징을 간결하게 추려서 기술하고 있다. 융합을 위한 통섭의 자료를 제공하고 있다. 환경 파괴와 인간성 몰락으로 주춤하고 있는 현대과학의 진로를 찾기 위해서 새로운 융합과 과학철학의 태동이 요구되고 있다. 이러한 때에 과학기술의 역사를 쉽고 간결하게 재조명하고 이들 간의 대화와 네트워크의 가능성을 발견하게 하는 것은 대단히 의미 있는 일이다. 저자는 이 책을 읽은 젊은이들이 새로운 과학기술에 눈뜨고 21세기를 선도하는 과학자들이 많이 배출되기를 바라고 있다. 인류로 세계를 이끌 듯이 이제 과학기술로 세계를 이끌어가는 한국인의 시대를 염원하고 있다.

2013년 3월

고려대학교 명예교수

한국식량안보연구재단 이사장 이 철 호

1492년 이전까지만 해도 유럽은 부, 힘, 과학, 기술, 문화적 영향력에서 아시아를 능가하지 못했다. 그러나 그 이후 유럽은 아메리카를 매개로 국제적이고 지구적인 우월성을 확보하기 시작한다. 서유럽의 여덟 배나 되는 광대한 토지와 마음대로 이용할 수 있는 수천만의 노동력과 풍부한 자원을 기반으로 세계를 지배해 갔다. 그리고 그것들은 산업혁명과 자본주의의 흥기와 맞물려 19세기에는 유럽의 세계 지배가 현실화됐다. 그러나 자본주의체제는 기본적으로 수요와 공급이 일치하지 않으므로 약 50년을 주기로 팽창과 정체를 되풀이하는 경기 변동을 맞는데, 그런 과정을 통해 경제가 재정비되고 더 효율적인 자원 분배가 가능하다.

1780년대에 영국에서 시작된 산업혁명은 1830년대에는 인접한 벨기에와 프랑스로 퍼지고, 1850년대에는 독일, 1860년대에는 남북전쟁을 끝낸 미국으로 확산되었다. 일본과 러시아는 1890년대에야 뒤늦게 합세하는데, 그때부터 점차 전 세계가 산업혁명의 물결에 휩싸인다. 산업혁명으로 인해 가능해진 거대한 생산력은 섬나라 영국을 세계 최강대국으로 만들었다. 반면 산업화의 길로 들어서지 못한 인도, 중국, 튀르크 같은 아시아의 대국들은 역사의 뒤편길로 물러났다. 이렇게 산업혁명은 오늘날의 세계를 만든 근본적인 힘이 되었으며, 바로 그 현격한 힘의 차이를 국제정치에 투사한 결과물로 제국주의가 탄생한다.

18세기 이전에 유럽에서 행했던 소박하고도 절망적인 농업과 기원전 4세기 이후에 동아시아 국가에서 행했던 우수하고 진보된 농업은 도저히 비교 상대조차 되지 못한다. 발달된 쟁기를 만들어낸 동아시아인만이 괴로운 노동에서 해방될 수 있었다. 그리고 마침내 동아시아인의 쟁기가 유럽에 전파되고 난 후에야 유럽

에 농업혁명이 일어날 수 있는 계기가 마련되었다. 물론 여기에는 동아시아의 농
법에서 채용한, 이랑에서의 경작 재배와 파종기 이용 방법들도 도움이 되었다. 동
아시아인은 농기구 이외에도 효율적인 마구를 발달시켰다. 수학은 동아시아에서
는 ‘산학’이라고 불렸고 역법이나 실용적인 목적의 계산에 주로 사용했다. 따라
서 그 내용이나 방법에서 고대 그리스에서 유래해서 발전한 유럽 수학의 전통과
는 크게 달랐다. 증명 위주의 기하학보다는 해를 얻는 것을 중요시한 대수학의 성
격이 아주 강했다.

중국 4대 발명의 하나인 나침반과 지남차(指南車) 발명의 핵심은 무형의 지구 자
기력 원리의 발견이다. 중국에서 발명한 나침반의 활용으로 전천후 항해의 새로
운 시대가 열렸다. 또 화약은 송나라 때 크게 발달했다. 화약의 재료가 되는 유황
과 초석은 원래 모두 약재였다. 유황은 독성이 강하고 쉽게 불이 붙는다. 그래서
그들은 초석과 목탄을 유황과 혼합하여 가열했다. 초석은 일종의 강한 산화제로
유황이 연소할 때 그 독성을 낮추어 쉽게 불이 붙는 성질을 억제한다. 동한의 채
륜(蔡倫)은 선인들의 경험들을 토대로 나무껍질, 낟과 떨어진 어망, 낚은 천, 삼베
등을 원료로 하여 글을 쓰기에 적합한 식물섬유 종이를 만들었다. 종이의 발명은
인류의 문화 전파에 크게 기여했다. 조판 인쇄술은 일찍이 춘추전국시대에 발명
된 인장 조각과 돌 탁본의 방식이 발전된 것이다. 이와 같이 중국은 인쇄술(종이),
화약, 나침반(자석)을 발명했다.

근대과학은 17세기의 유럽에서 탄생했는데, 그 당시의 발명과 발견들은 위와
같이 대부분 수세기 전에 중국에서 이루어진 과학기술에 힘입은 것이다. 유럽은

이런 유산을 계승하여 만국공통의 보편적인 과학과 기술을 발전시켰다. 과학기술의 발전에 적합한 가치체제와 사회 형태를 가진 곳은 물론 유럽, 특히 영국이다. 그래서 일본은 말할 것도 없고 소련 등도 영국을 모델로 하여 근대화를 추진해왔다. 중국은 1840년에 발발한 아편전쟁에서 영국에 패한 뒤 서구와 일본에 거듭 영토를 잠식당했다. 이러한 근대화의 충격으로 중국적인 것을 타도하고 서구적인 것으로 바꾸어야 한다는 운동이 일어났다. 1949년 중국공산당은 사회주의 정권을 수립하고 ‘양탄일성(Two Bombs, One Satellite)’ 사업을 벌이며 핵과 위성을 보유했다.

이 글은 이전에 쓴 글 “과학이 보인다 (1) 과학의 역사”와 다음에 쓸 글 “과학이 보인다 (3) 과학의 최전선”과 함께 세트를 이루는 글이다. 그리고 이 책 “과학이 보인다 (2) 동아시아의 과학”은 크게 동아시아 전통과학과 유럽에서 들어온 근대과학 그리고 아직도 활발히 연구되고 있는 한의학의 세 부분으로 나누어 썼다. 한 의학을 집중적으로 다룬 것은 동아시아 전통과학 가운데 지금까지 생활에 응용되고 연구되는 유일한 동아시아의 과학이기 때문이다. 아울러 고대 동아시아 문화의 저류인 중국의 전통과학을 다루었으며 이어서 유럽의 과학을 가장 먼저 소개한 일본의 근대과학을 소개했다. 한국은 약 8,000년 전부터 신석기 문화가 시작되었고, 과학기술은 중국 문명의 영향을 받으면서 또 일본열도로 영향을 미치면서 이어져왔다. 따라서 이러한 정황을 글 사이사이에 더하여 동아시아 세 나라의 과학을 균형 있게 쓰려고 노력했다. 또 고대 중국의 과학이 유럽의 근대과학의 모태가 된 정황 등을 조셉 니덤(Joseph T. M. Needham)의 연구를 중심으로 설명했으

며, 일본의 과학에서는 고대과학보다 근대과학에 역점을 두어 설명함으로서 테사 모리즈 스스키가 주목한 일본의 과학모델을 수용했다. 필자는 이들 글이 과학계 뿐 아니라 학생이나 일반 시민들에게도 많이 읽혀지기를 바란다. 그리하여 우리나라가 명실상부한 선진국이 될 수 있기를 기대한다. 그동안 필자를 격려해주신 분과 아울러 이 책을 기꺼이 출판해 주신 한국식량안보재단 이사장님과 한림원 편집진에게 이 자리를 빌어서 감사드립니다.

저자 양 재 승

추천의 글

4

머리말

6



서론>> 중국의 자동차산업

17

1. 자동차와 엔진 18
2. 모듈화 25
3. 중국의 기업전략, 수직분열 29



제1장>> 동아시아의 전통과학

33

1. 춘추전국시대 34
2. 유가 통일시대 37
3. 중국의 전제 관료제 40
4. 분류적 사고 43
5. 중국의 역법 44
6. 주역 49
7. 상수학 50

8. 중국의 대수학	53
9. 조선의 풍수	56
10. 중국의 전통의술	59



제2장>> 분야별 과학기술

63

1. 청동기 및 철기	64
2. 농법의 진보	68
3. 양잠술과 비단 생산	73
4. 도자기	77
5. 치수	80
6. 나침반	83
7. 화약 및 화약 무기	85
8. 종이 및 활자	87
9. 대운하	92



제3장>> 과학기술의 전파

97

- | | |
|------------------|-----|
| 1. 한반도 문화의 일본 전파 | 98 |
| 2. 세종의 과학영농 | 101 |
| 3. 일본 에도시대의 국학운동 | 105 |
| 4. 조선의 주자학 논쟁 | 107 |



제4장>> 한의학의 형성

113

- | | |
|---------------|-----|
| 1. 한의학의 뿌리 | 114 |
| 2. 기 조절 | 117 |
| 3. 음양오행설 | 119 |
| 4. 경락설 | 121 |
| 5. 침구 | 122 |
| 6. 황제내경 | 124 |
| 7. 상한잡병론 | 126 |
| 8. 상한잡병론의 처방 | 129 |
| 9. 이시진의 본초강목 | 131 |
| 10. 손사막의 천금요방 | 133 |
| 11. 금원사대가 | 134 |



제5장>> 한중일 한의학의 특징

139

- | | |
|-------------|-----|
| 1. 고려의 향약 | 140 |
| 2. 동의보감 | 143 |
| 3. 동의수세보원 | 145 |
| 4. 북한의 한의학 | 147 |
| 5. 일본의 해체신서 | 149 |
| 6. 중국의 중의학 | 152 |



제6장>> 일본의 근대과학

157

- | | |
|---------------|-----|
| 1. 메이지유신 | 158 |
| 2. 모방과 개선 | 160 |
| 3. 산업입국 | 164 |
| 4. 가전산업 및 자동차 | 169 |
| 5. 컴퓨터 | 174 |
| 6. 반도체 생산 | 177 |
| 7. 전자부품재료 산업 | 179 |
| 8. 일본 모델의 탄생 | 181 |
| 9. 노벨상 | 186 |



제7장>> 한국의 근대과학

195

- | | |
|-----------------|-----|
| 1. 수출입국 | 196 |
| 2. 중화학공업화 | 200 |
| 3. 기간산업 | 201 |
| 4. 대한민국 100대 기술 | 205 |



제8장>> 중국의 근대과학

209

- | | |
|-------------|-----|
| 1. 모택동시대 | 210 |
| 2. 개혁과 개방 | 213 |
| 3. 군민검용정책 | 218 |
| 4. 자동차와 컴퓨터 | 222 |
| 5. 중국의 기업 | 223 |



결론>> 전통과학에서 근대과학으로

227

1. 동아시아의 전통사회

228

2. 한의학

233

3. 서양과학의 이식

238



참고 및 인용 문헌

241



1 자동차와 엔진

2 모듈화

3 중국의 기업전략, 수직분열



서론

중국의 자동차산업



중국의 자동차산업

1. 자동차와 엔진

중국 자동차산업이 시작된 곳은 1953년에 착공된 ‘제1기차제조창(이차; 一汽)’이었다. 이 자동차 공장은 100퍼센트 구소련의 원조로 구소련의 자동차산업 모델대로 세워졌다. 이 모델은 시작 당시 트럭 연산 3만 대(후에 6만 대)로 생산 규모가 크고 엔진, 트랜스미션, 액셀(車軸), 미터기, 전장품(電裝品) 등 주요한 부품을 모두 기업 내에서 만드는 ‘수직통합(垂直統合)’ 구조를 채용했다. 이러한 구조는 1920년대 후반에 포드(Ford)에서 구소련으로 기술 이전된 ‘포드 생산 방식’이다. 그런데 1958년 ‘대약진운동(大躍進運動)’ 때부터 중국 각지에서는 수백 개의 영세한 자동차 공장이 만들어졌다. 이들은 부품을 조립하여 생산하는 ‘수직분열형(垂直分裂型)’ 공장이었다. 이렇게 탄생한 지방정부 산하의 자동차 생산자는 적재량이 1~2톤인 소형 트럭을 만드는 경우가 많았다. 적재량 4톤 이상의 중형이나 대형 트럭은 ‘이차(一汽)’ 등 중앙정부 산하의 ‘수직통합’ 적인 대기업이 생산하고, 단거리 수송을 담당하는 소형 트럭은 지방의 기업이 생산할 수 있도록 한 것이다. 특히 베이징 시의 자동차 생산자가 개발한 소형 트럭 ‘북경 130(적재량 2톤)’과 거기에 들어가는 ‘가솔린엔진 492Q’의 도면을 무료로 제공하고 기술자를 파견했다. 이렇게

해서 전국 각지에서 ‘북경 130’ 과 똑같으나 이름만 다른 트럭들이 생산되었다. 1959년에는 중앙정부에 ‘농업기계부’ 가 생겨 군사용 대형 엔진 이외의 트랙터나 콤파인 등 농기계에 들어가는 ‘엔진 생산’ 을 관장했다. 트랙터나 거기에 들어가는 엔진을 각 지방 농촌에서 자급하도록 장려했으므로 전국에 엔진을 복제하여 생산하는 사람이 많이 나타났다. 엔진의 설계를 전국적으로 통일하여 부품의 호환성을 확보하는 것이 수리하는 데 좋다. 따라서 앞에서 말한 ‘가솔린엔진 492Q’ 도 베이징 시의 ‘농업기계부’ 에서 농업기계용 디젤엔진 생산자에게 이 기술을 이전했다. 이리하여 1980년대 ‘북경 130’ 과 같은 소형 트럭을 만드는 자동차 생산자가 전국에 28개사(생산 대수 총 6만 1천 대), ‘492Q계 엔진’ 을 만드는 엔진전문 생산자가 23개사였다.

중국에는 ‘자동차 생산자’ 외에도 일반적으로 자동차 생산자로부터 ‘새시’ 라는 구동 부분을 사와서 거기에다 자기 회사의 ‘빠대(하대) 나 ‘보디(모체)’ 를 만들어 입히는 레미콘 차나 냉장차, 혹은 소방차 같은 특수 차량을 만드는 ‘개장차 생산자(차체 생산자)’ 가 많다. 그런데 ‘개장차 생산자’ 중에는 ‘새시’ 를 자체적으로 만드는 기업도 있다. 따라서 중국에서는 ‘새시’ 가 자기 회사제인가 아닌가를 조사하여 ‘자동차 생산자’ 에 추가해야 한다. 이렇게 되면 자동차 생산자는 총 135개사(중국계 104개사, 외자계 31개사)로 늘어난다. 이들 135

개사의 자동차 생산자 중 외자계 생산자의 대부분은 사내에서 엔진을 만들고 있거나 같은 기업 그룹에서 조달하고 있다. 예를 들면 텐진(天津), 도요타(豊田)는 일본의 도요타 본사



에서 엔진을 수입해온다. 반면 중국계 생산자의 경우는 6할 정도가 다른 기업의 엔진에 의존하고 있다. 또 외자계라도 사외에서 엔진을 조달하는 곳은 합병기업이 되기 전부터 중국 측이 독자적으로 생산하던 차종을 합병 후에도 생산하고 있는 경우였다. 따라서 그룹 외에서 엔진을 조달하는 것은 중국 생산자 특유의 행동양식이다. (2004년 중국에서 476만 대의 자동차용 엔진이 생산되었는데 이 중 반을 넘는 270만 대가 다른 기업에 매매되었다.)

중국의 자동차 산업에서는 ‘기업 규모가 작을수록 생산 효율이 나쁘고 만들고 있는 제품의 가치도 작음’ 규모의 경제성이 있다. 실제로 중국의 자동차 생산자 131개사 중 기업의 종업원 수와 자산의 규모가 모두 반으로 줄어든 때 생산 대수는 56퍼센트 감소하고 부가가치액은 71퍼센트 감소했다. 이렇게 되면 소규모 자동차 생산자의 경영 상황은 나쁠 수밖에 없다. 그러면 생산 효율이 낮고 제품의 가치도 높지 않은 소규모 생산자의 자동차를 누가 사는가? 중국의 여러 도시를 달리는 버스의 모양은 어디든 거의 비슷하나 제조사 이름은 도시마다 서로 다르다. 베이징(北京)에서는 시내버스의 대부분이 경화(京華)이다. 그런데 톈진(天津)에 가면 이 고장의 금마(金馬) 일색이고, 광저우(廣州)에 가면 이 고장의 준위(駿威)투성이이다. 각 시정부의 ‘도시건설국’이 시내버스 노선을 운영하고 산하에 버스 생산

자를 거느리고 있기 때문에 나타난 상황이다. 연간 11만 대의 중형버스시장을 각 지방의 버스 생산자가 나누고 있는 것이다. 이들은 ‘동풍 자동차(東風汽車公司)’나 ‘이치(一汽)’라는 국유 자동차 생산자로부터 ‘엔진’을 구입하여 거기에 ‘보디’를 입혀 버스를 생산하고 있다. 지방정부도 보조금을 내줌으로써 ‘지역 끼리끼리’를 장려하고 있다.



또 각 도시의 택시 회사가 어느 생산자의 차를 채용하고 있는가를 보면 승용차 생산이 이루어지고 있는 도시에서는 그 도시(고장)의 차가 많은 것을 알 수 있다. 베이징(北京)에서 2005년 택시의 모델 변경을 했는데 그때까지 텐진제(天津製)나 상하이제(上海製)가 많았던 시내 택시가 일제히 ‘베이징 현대(北京現代)’로 바뀌었다. 또 상하이(上海)에서는 시정부가 택시의 엔진 배기량을 1,800밀리리터 이상으로 해야 한다는 조례를 정하여 사실상 그 고장의 ‘상하이 폭스바겐(上海 Volkswagen)’이 택시시장을 독점하게 했다.

자동차와 엔진이 수직분열한 이유는 앞서 말했듯이 수많은 소규모 자동차 생산자가 있기 때문이다. 중국계 자동차 생산자 중에는 연산 대수가 5만 대를 넘으면 대부분 자사 내에서 또는 자회사나 관련 회사에서 엔진을 만들고 있다. 동시에 외부의 엔진도 이용하는 수가 많다. 그룹 외에서 엔진을 조달하는 이유는 자동차의 차종을 늘리기 위해서이며 또 하나는 복수의 엔진 조달선을 경쟁(복사구매)시켜 유리한 조건에서 엔진을 구입하기 위해서이다. 그룹 외에서 엔진을 적극적으로 사는 사례로 베이치푸텐 기차 고분유한공사(北汽福田 汽車 股分有限公司)의 예가 있다. 이 회사는 중국 최대의 상용차 전문 생산자로 2004년에 25만 대의 트럭이나 원박스 차를 생산했다. 베이치푸텐(北汽福田)이 정부의 형식인증을 얻은 차종은 무려 411종으로 작게는 배기량 1,357밀리리터의 가솔린엔진부터 크게는 9,726밀리리터의 디젤엔진까지 여러 가지 엔진을 자동차에 붙인다. 이중 베이치푸텐의 자회사에서 만들고 있는 것은 세 종류뿐이며 나머지는 중국 내외의 자동차 엔진 생산자 17개사에서 만들어진 32종류의 엔진을 구입하고 있다. 외부에서 기간 부품을 조달할 수 있다면 이를 적극적으로 이용하는 베이치푸텐의 자세는 중국의 가전 생산자와 공통되는 점이다. (이 회사는 자동차 부품 전반에 관하여 같은 부

품을 두 개사 이상에서 구매할 방침이며 그 방침이 엔진의 조달에도 미치고 있다.)

엔진은 각 생산자가 독자적인 힘을 쏟아 만들어 출력이나 중량이나 체적이 다르기 때문에 타사의 엔진을 그대로 교체할 수 없다. 즉 자동차는 특정의 엔진이 딱 들어맞게 설계되므로 엔진을 교체하려면 자동차 자체의 설계 변경이 필요한 것이다. 그러나 이러한 상식이 중국에서는 통하지 않는다. 중국의 엔진 생산자가 생산하고 있는 엔진의 정격(正格: 배기량, 출력, 실린더의 규격, 무게 등)이 생산자 간에 아주 비슷하다. 예를 들면 전국의 엔진 전문 생산자 여섯 개사가 배기량 1,809밀리리터, 출력 29킬로와트로 디젤엔진을 생산하고 있고, 또 여섯 개사가 2,237밀리리터, 75~76킬로와트의 가솔린엔진을 만들고 있다. 이는 하나의 원형을 많은 생산자가 베낀 결과이다. 중국의 오토바이산업에서는 일본 ‘혼다(本田)’의 엔진 두 종류와 대만 ‘광양(光陽)’의 엔진 한 종류가 복제 생산되어 중국의 전체 오토바이의 5할에 붙어 있는데, 이와 비슷한 일이 자동차용 엔진에서도 일어나고 있다. 단 자동차의 경우는 오토바이와 같이 특정 엔진에만 집중하지 않을 뿐이다. 이와 같이 많은 엔진 생산자가 호환성이 있는 엔진을 만든다면 자동차 생산자가 ‘엔진’을 여러 곳에서 살 수 있다. 이렇게 계획제의 산물이었던 자동차와 엔진과의 ‘수직분열구조’는 중국계 자동차 생산자의 차종 증가와 복사구매를 하는 데 좋은 조건을 제공했다.

차종을 늘리는 전략으로는 위의 베이치푸텐과 같이 여러 사이즈의 자동차를 만드는 것 외에도 ‘셴양화첸진베이(瀋陽華晨金杯) 기차유한공사(汽車有限公司)’의 원박스 차 ‘예치(銳馳)’의 예가 있는데, 예치는 이 회사가 1990년대 초 도요타에서 기술을 도입한 ‘하이에스(海獅)’를 기본으로 개발한 것으로, 예치에는 몇 개의 변형(Variation)이 있어 사용하는 엔진은 네 개 생산자의 다섯 종류에 이른다. 네 개의



엔진 생산자 중 ‘멘양신신(綿陽新晨)’과 ‘셴양신코(瀋陽新光)’의 두 개사는 ‘화첸진베이’의 관련 회사이지만 이 엔진 모델의 가격은 싸다. 이에 반하여 ‘미쓰비시(三菱) 자동차’와 합병으로 생긴 엔진 생산자 ‘셴양항티엔산링(瀋陽航天三菱)’의 엔진 모델은 멘양신신의 엔진을 붙인 차종에 비하여 값이 약 2만 위안 높다. 또한 일본의 도요타로부터 수입한 엔진을 붙인 모델은 10만 위안 더 비싸다. 화첸진베이는 이렇게 하여 싼 중국제 엔진, 좀 높은 합병생산자제 엔진, 그리고 높은 수입 엔진이라는 선택지를 제공함으로써 여러 소득수준의 이용자를 커버하고 있다. 또 화첸진베이는 셴양항티엔산링의 엔진을 탑재한 모델은 ‘미쓰비시(三菱) 동력판’, 도요타의 엔진을 탑재한 모델은 ‘도요타 동력판’으로 하여 엔진이 일본의 유명 생산자의 것임을 세일즈하고 있다. 타사의 우수한 부품을 탑재하고 있는 것을 자랑하는 경우는 인텔의 CPU를 탑재한 PC나 라이카의 렌즈를 사용한 카메라 등에서 볼 수 있는데 중국에서는 자동차에서도 자사의 브랜드력의 부족을 외국 생산자의 브랜드력으로 보충하려 한다. 또 중국의 자동차 생산자는 엔진 조달선을 차종마다 바꾸어 보다 많은 엔진 생산자로부터 조달하려 한다. 엔진 생산자들을 경쟁시키려는 것이다. 이러한 행동양식은 다수의 브라운관 생산자와 거래하는 중국의 TV 생산자나 복수의 IC 생산자의 플랫폼을 사용하기만 하는 중국의 휴대전화

기 생산자와 공통점이다.

결국 중국 내의 엔진 생산자 67개사 중 수직통합적인 엔진 생산자는 14개사에 불과하고 엔진의 외판만을 하는 엔진 전업 생산자가 26개사나 있다. (중국 이외 전 세계적으로는 카민스와 독일의 두 개사 정도밖에 안 된다.) 중국의 엔진 생산자의 판매 행동도 세계의 상식과는 다르다. 자동차 생산자의 엔진 조달선이 다수라면 엔진 생산자의 판매선도 다수라는 다수 대 다수의 거래가 일어날 수 있다. 엔진 생산자와 자동차 생산자를 남녀로 본다면 다부다처제의 사회가 된다.

그러면 중국의 자동차와 엔진 사이에 오픈된 ‘수직분열’의 세계는 중국의 전기 산업에서 일어난 수직분열과는 같은가? 먼저 서로 다른 점은 복수의 생산자의 기간부품 사이에서 호환성이 있는가 없는가의 여부이다. 컬러TV의 브라운관 등의 경우, 어디까지나 TV 생산자 측의 설계상의 노력으로 ‘사실상의 호환성’을 만들어낸 데 반하여 ‘491Q’ 나 ‘492Q’ 등 중국계 엔진 생산자가 만든 엔진 속에는 복수의 생산자 사이에 호환성이 있다. 전기산업의 경우 기간부품의 생산자가 대부분 외자계 기업인데 반하여 자동차산업의 경우는 기간부품을 만들고 있는 중국계 기업이 많은데 이는 과거에 조직적인 설계의 복제가 행해졌기 때문이다. 따라서 중국계 생산자가 만드는 자동차도 기본적으로는 ‘인테그랄 형(integral 形)’인 것이다. 예를 들면 센양항티엔산링은 26개사의 중국 자동차 생산자에게 엔진을 팔고 있는데 완전히 같은 것을 파는 것뿐만 아니라 고객이 만드는 자동차의 설계에 맞추어 엔진의 설계를 조정하기도 한다. 엔진의 기능에 관한 부분은 변함이 없으나 판매선의 자동차 차체에 잘 맞도록 엔진의 물이나 흡배기 파이프의 위치, 브래킷(bracket)의 형상 등을 조정함으로써 엔진과 차체 사이에서 형상의 맞춤이 일어난다.

2. 모듈화

이러한 중국에서의 움직임과는 별도로 세계의 자동차산업에서는 ‘모듈화’가 진전되고 있다. ‘오펔(Adam Opel AG)’의 1986년형 ‘오메가’가 ‘콕핏 모듈(Cockpit Module)’을 도입한 것이 최초의 모듈화 시도였다. 콕핏 모듈이란 운전석의 앞면을 구성하는 인스톨먼트 판넬(Installment Panel)에 에어컨, 미터기, 에어백, 오디오 등을 붙인 것이다. 이 부분은 이전에는 자동차의 마지막 라인에서 노동자가 차체 속에 들어가 조립했다. 그것을 사전에 별도의 라인에서 모듈의 형태로 조립하여, 한 덩어리로 차체에 붙이는 것이 모듈화이다. 이렇게 함으로써 차체 속으로 들어가는 작업 부담을 크게 줄일 수 있으며, 모듈화로 설계를 수정함으로써 부품에 들어가는 부분이나 부품수를 삭감하여 품질의 향상을 꾀할 수 있다. 콕핏 모듈로 시작된 모듈화는 더욱 진전되어 차체의 전면을 미리 조립하는 ‘프론트 엔드 모듈(Front End Module)’, 문짝을 미리 조립하는 ‘도어 모듈(Door Module)’ 등으로 이어졌다. 모듈을 채용하는 회사도 폭스바겐(Volkswagen), 다이믈러(Daimler), 르노(Renault) 등 유럽의 자동차 생산자, 그리고 미국의 각 생산자나 한국의 현대자동차, 일본의 닛산 등 세계적으로 퍼지고 있다.

모듈화란 생산의 모듈화로서 모듈의 조립을 자동차 생산자가 아니라 부품 공급자가 담당하는 것이다. 그럼으로써 자동차 생산자는





부품 공급자의 보다 싼 임금 비용을 이용할 수 있다. 특히 한국과 같이 자동차 생산자의 노동조합이 강한 곳에서는 상대적으로 조합이 약하고 임금도 싼 부품 공급자에게 많은 것을 맡김으로서 비용을 삭감할 수 있다. 그러나 자동차산업의 모듈화는 시판의 모듈을 조립하는 PC와는 크게 다르다. 즉 모듈의 조립은 부품 공급자에게 맡기더라도 모듈 내부의 설계나 부품의 선정은 여전히 자동차 생산자의 손에서 이루어진다. 이점에서 최종 제품 생산자가 손댈 수 없는 PC의 CPU 등과는 크게 다르다. 자동차 모듈의 알맹이는 자동차 생산자에게 곧바로 알려지며 그 비용 구조도 알려져 모듈의 공급자는 높은 이익을 얻기가 힘들며 소위 조립의 외주를 맡는 가공임만을 얻게 된다. 그래도 공급자가 모듈 조립을 청부받는 것은 모듈을 구성하는 부품, 예를 들면 인스톨먼트 패널의 수주를 가지고 싶어 하기 때문이다.

그런데 중국계 자동차 생산자가 모듈을 채용하면 모듈화는 보다 PC적인 색채를 띠게 된다. 즉 자동차 생산자가 모듈을 블랙박스로서 사는 경우가 많다. 예를 들면 상하이에서 콕핏 모듈을 생산하는 미국계의 부품 생산자, ‘양펑(延鋒) 비스

티온(Visteon)’에 의하면 ‘상하이VW’이나 ‘상하이GM’에 공급하는 모듈의 경우 기본적으로 VW이나 GM 측이 개발이나 부품 조달을 하고 있어 양펑 비스티온 측은 조립을 하는 데에 지나지 않는다. 이에 비하여 중국계 자동차 생산자인 치루이 자동차(奇瑞汽車), 베이치푸텐, 화첸진베이에 공급하는 모듈은 양펑 비스티온 측이 개발하고 있다. 결국 양펑 비스티온은 외자계 생산자에게는 대여 생산자임에 반하여 중국계 생산자에게는 승인 생산자인 것이다. 이미 보아온 엔진 조달의 경우도 중국계 자동차 생산자의 대부분은 엔진을 자사에서 설계할 힘이 없어서 블랙박스인 채로 사고 있다.

지금까지 컴퓨터산업에서 일어난 모듈화는 수직통합적인 기업 구조를 파괴하고 PC 생산자는 모듈을 사와 조합했다. 한편 자동차산업의 경우 모듈화의 충격은 그렇게 크지 않고 단순히 자동차 생산자의 내부에서 행해지고 있는 것을 외주로 돌리는 정도의 변화밖에 일어나지 않는다고 보아왔다. 그렇지만 중국계 자동차 생산자의 경우 모듈의 알맹이는 블랙박스인 채로 모듈을 사와서 자동차를 만드는 PC적인 모듈화의 방향으로 한 발짝 더 나가고 있다. 그런데 모듈을 제공하는 외자계 부품 생산자는 나름대로 높은 설계력을 가지고 있다. 그 힘을 살려 모듈과 자동차 본체와의 면밀한 맞춤 설계를 행한다면 자동차 생산자 속에서 수직통합적인 설계를 하는 것과 같은 수준의 제품을 만들 수 있다. 현재 외자계 생산자의 엔진과 모듈을 이용하고 있는 치루이 자동차가 2006년 중국에서 승용차 판매 대수 4위로 올라섰다. 세계의 엔진과 부품 생산자의 힘을 빌리는 것만으로 이 생산자는 경쟁력이 대단한 자동차를 생산해낸 것이다.



세계의 자동차산업에서 모듈화와 함께 또 하나의 동향은 기업 간 ‘플랫폼(Platform)의 공통화’이다. 플랫폼이란 자동차에서 시트나 보디 등을 제거한 ‘움직이는 부분’이라고 이해하면 된다. 이것을 공통화함으로써 개발 비용을 삭감하는 한편 소비자의 눈에 들도록 외관이나 내장에서 여러 변형(variation)을 설계함으로써 소비자의 다양한 수요에 부응하는 자동차를 개발하려는 것이다. 이러한 시도는 그동안 자동차 생산자 내부에서는 있어왔으나, 최근에는 같은 그룹에 속한 자동차 생산자, 즉 (1) 포드와 마쓰다(Mazda) 그리고 볼보(Volvo), (2) 르노와 닛산, (3) 폭스바겐과 슈코다(Skoda) 그리고 아우디(Audi) 등의 사이에서 플랫폼을 공통화하려는 움직임이 일고 있다. 만일 이것이 엔진이나 콕핏 모듈과 같이 외관이 된다면 중국의 자동차 생산자가 다른 회사의 플랫폼을 이용하여 자동차를 만들 가능성은 아주 크다. 그러나 기업 내를 넘어서 모듈화나 플랫폼화가 진전될수록 동질화의 덫이 기다리고 있다. 실제로 중국의 자동차산업에서는 이미 동질화가 일어나고 있다.

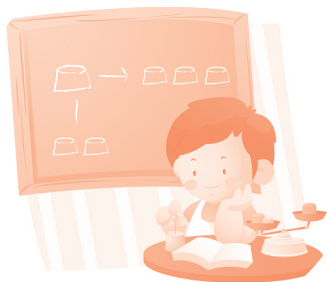
자동차 제품의 동질화란 그 제품에 어느 정도나 ‘모듈’이 붙어 있느냐에 따라 제품의 가치가 거의 결정되어버리는 것을 말한다. 즉 중국계 자동차 생산자 36개사가 생산하는 세단(Sedan), SUV, MPV, 소형 원박스 차를 포함하는 승용차 150차종의 가격이 각각 붙어 있는 엔진과 트랜스미션에 의하여 어느 정도 결정되는가를 보면, 먼저 ‘트랜스미션’이 ‘오토매틱(AT)’인 자동차는 ‘매뉴얼(MT)’과 비교하여 가격이 2만 9,700위안 높다. 또 ‘엔진’의 배기량이 1밀리리터 증가하면 자동차의 가격은 60위안 상승한다. 수입한 엔진이 붙어 있는 것은 일반 중국제 엔진을 붙인 자동차에 비하여 6만 3,200위안 더 고가이고, 외자계 엔진 생산자의 엔진을 붙인다면 2만 3,400위안 비싸다. 한편 배기가스 규제를 충족시키지



않은 엔진의 경우는 2만 6,800위안 싸다. 그리고 이러한 엔진과 트랜스미션의 특징에 의해 자동차 가격의 77퍼센트가 설명된다. 그 이외의 부분은 23퍼센트 정도로 이 중에는 각 자동차 생산자가 만드는 차체의 특징, 디자인의 특징 등이 포함된다. 결국 중국계 자동차 생산자 자신이 ‘엔진’과 ‘트랜스미션’에 부가하는 가치는 작아서 동질화가 상당히 심각함을 잘 보여준다.

3. 중국의 기업전략, 수직분열

대체로 중국은 ‘수직분열’이 일어나고 있는 산업이 많다. 예를 들면 중국의 철강업은 일본에 비하면 수직분열적이다. 일본의 철강업은 제철, 제강, 압연을 수직 통합한 선철일관기업, 그 계열 밑에 있던 압연만을 행하는 기업, 스크랩을 용해하여 제강과 압연을 행하는 제강압연기업으로 구성되어 있다. 반면 중국의 철강업은 한편에서는 선강일관기업이 있고 다른 한편에서는 소형 고로로 제철만을 하고 있는 소기업이 많다. 일반적으로 철강업에서는 일단 식혀서 굳힌 재료를 다시 가열하여 가공하면 열이 낭비되므로 철강일관기업 쪽이 효율적인데 중국에서는 제철, 제강, 압연이 지리적으로 분산된 상태이다.



또 중국의 화장품산업에서는 ‘제조’와 ‘판매’ 사이에 교차적인 수직분열의 구조가 보인다. 일반적으로 화장품산업에서는 품질이 좋은 제품을 만드는 것은 일의 반밖에 되지 않으며 광고 선전에 의한 브랜드(상표)의 확립, 판로의 개척이나 판매점의 지

도도 중요하다. 중국의 특징은 수탁 생산(OEM) 생산자와

브랜드 생산자의 역할이 고정되어 있지 않다는 것이다. 광저우(廣州)

시의 한 화장품 생산자의 경우 처음 화장품사업에 참여했을 때, 제조는 OEM 생산자에게 맡기고 자신은 브랜드의 확립과 판로의 개척에 집중했다. 그러나 회사 창립 8년째 자사 공장을 건설하면서부터는 자사의 화장품만 아니라 이번에는 다른 회사를 향하여 수탁 생산도 시작했다. 이상 자동차로 대표되는 수직분열의 진전이 중국 기업의 대두에 중요한 전제조건이었다.

중국 기업의 경험을 기업전략의 형태로 정리하면 다음과 같다. 첫째, 적극적으로 다른 회사의 힘을 이용하고 산업 속에서 취하기 쉬운 분야부터 참가한다. 둘째, 기간부품을 다른 회사로부터 구입하는 경우에도 복사조달을 함으로써 특정 생산자에의 의존을 피하여 자립성을 확보한다. 개발도상국이 외국 기업의 하청만으로는 지속적인 공업화를 달성할 수 없다. 자립적으로 경영하는 자국 기업의 존재가 불가결한 것이다. 이럴 때 외국 생산자의 힘을 이용하면서도 특정의 외국 생산자에게는 의존하지 않는 자립적인 기업을 키워낸 중국의 경험은, 외국 하청 생산과는 다른 공업화 전략을 보여주고 있다. 더욱이 중국의 경험은 정부가 산업의 수직분열을 추진함으로써 자국 기업의 참여를 촉진할 수 있음을 잘 보여주었다. 예를 들면 중국정부는 일본의 대기업 전기제품 생산자로부터 TV의 브라

운관 등 기간부품 기술만을 잘라 도입했는데, 이 정책으로 중국 기업의 가전산업으로의 참여가 크게 촉진되었다. 수직통합적인 산업을 잘게 나눔으로써 자국 기업의 참여를 촉진하는 산업정책은 타이완의 반도체산업정책에서도 성공했다. 타이완이 반도체 세계에 등장하기까지 반도체산업은 설계부터 제조까지 ‘수직통합’이 가능한 대기업의 전유물이라고 생각되었다. 그런데 타이완정부는 반도체의 수탁 생산에 특화한 공장을 설립하고, 반도체산업을 설계 전문이나 제조 전문의 기업도 참여할 수 있는 것으로 바꾸어놓았다. 이러한 정책으로 타이완은 세계 유수의 반도체 생산국으로 약진했고, 이 비즈니스 모델은 타이완 기업의 투자를 통해 중국으로 이전되고 있다.



- 1 춘추전국시대
- 2 유가 통일시대
- 3 중국의 전제 관료제
- 4 분류적 사고
- 5 중국의 역법
- 6 주역
- 7 상수학
- 8 중국의 대수학
- 9 조선의 풍수
- 10 중국의 전통의술



제 1 장

동아시아의 전통과학



동아시아의 전통과학



1. 춘추전국시대

중국의 고대문명도 중동이나 이집트의 고대문명과 같이 신화적 바탕을 가지고 있었다. 그런데 그러한 흐름이 주(周)나라의 역성혁명과 주공(周公)의 작업으로 방향을 틀어 공자의 인문주의로 집대성되었다. 공자는 ‘거리두기 방법’으로 중국 문명을 인문세계로 인도했다. 공자는 종교적 신앙의 대상이 되는 존재에 관하여 그것을 부정하는 것이 아니라 오히려 경외하는 마음을 품어주되, 그것과 나와의 철저한 ‘거리감’을 유지해야 한다고 했다. 거리감을 유지하는 끊임없는 동적평형(動的平衡)의 방법을 통하여 공자는 신적 존재를 나의 존재로부터 차단시켰을 뿐 아니라 그 종교적 경건성의 모든 의미를 인문정신 속에 포섭했다. 신적 세계와 나와의 거리가 유지될 수 있을 때만이 참된 삶이 성립한다는 것이다. 이렇게 중국정신이란, 신이라는 초월자의 전제 없이 인간이 인간으로서의 존엄성을 보장받으며 물신적(物神的) 욕망에 이끌림 없이 천인합일(天人合一)의 조화로운 공동체를 유지하는 데 있다.

전국시대 ‘제자백가(諸子百家)’의 출현은 중국 사상이 본래 다양한 가능성을 내포하고 있었음을 말한다. ‘백가구류(百家九流)’라는 다양한 사상이 또는 학파는 사

상의 여러 가지 원형을 낳았다. 여기서 구류, 즉 아홉 개의 중요한 학파 가운데 기축을 이루는 것은 ‘도가’, ‘유가’, ‘묵가’, ‘법가’였으며 도가-묵가, 유가-법가가 대각을 이루었다. 도가는 반사회성을 표방하는 단 하나의 학파이다. 국가 사회를 버리고 개인에 일관하여 다른 사람을 위해서는 머리카락 하나 움직이려 하지 않는 ‘이기주의’로 향했다. 그 대극에 서는 것이 묵가이다. 소아를 멸하고 대아에 살며 남을 위하여 생사를 돌보지 않는 철저한 ‘이타주의’의 입장을 취한다. 유가는 관습을 소중히 여긴다. 역사적으로 형성되어 사회적으로 용인된 관습의 총체를 ‘예(禮)’라고 부르는데, 이 예에 바탕을 둔 개인의 행동과 국가 사회의 통치를 추구한다. 그 대극에 법가가 있다. 낡은 제도나 관습을 부정하고 관료제에 맞는 형법 중심의 실정법을 제정하여 엄격한 ‘법치주의’의 입장을 택한다.

도가-묵가의 중간에 서는 것이 유가이다. 도가의 ‘자애(自愛)’에 대하여 묵가는 ‘겸애(兼愛)’를 타이른다. 겸애는 원래 수공업자 집단 내부의 기술을 유대로 하는 ‘동료애(同僚愛)’였다. 그것을 집단의 성원 외까지 확장할 때 겸애의 슬로건이 태어난다. 유가는 양자의 중용을 골라서 ‘별애(別愛)’, 즉 ‘인(仁)’을 타이른다. 그것은 가족의 질서를 지탱하는 ‘서열화된 사랑’을 모든 사회로 확대한 것이다. 그리고 예는 인의 외적 표현이라고 간주한다. 유가가 성문화되지 않는 예를, 법가가 성문화된 법을 사회생활의 질서의 원리로 했으며, 그 중간적인 원리를 따르는 것이 묵가이다. 그들은 집단 내부의 규칙을 성문화하고 그것을 성원에게 외우게 했는데, 내용은



윤리적인 것이었다. 또 도가는 무정부주의의 입장에 서고 묵가는 군주를 인민의 합의에 의해 뽑힌 것이라고 본다. 이 권력의 부정과 만인에 기초를 두는 권력 사이에서 법가는 한 사람의 전제군주에 의한 권력 지배를 주장한다.

중국의 존재론은 도가에 의해 확립되었다. 장자(莊子)는 ‘혼돈(카오스)’으로부터 ‘질서(코스모스)’로라는 신화적 우주생성론을 형이상학으로 비약시켰다. 이 경우 질서의 형성은 악이며 궁극적 가치인 혼돈의 죽음이었다. 그런데 혼돈에서 질서로의 과정은 자연, 즉 저절로 그러한 것이었다. 질서의 행위를 강조한 것이 법가이다. 형체에 명명(命名)한다는 행위, 즉 형명(形名)을 통하여 혼돈으로부터 질서가 형성된다. 그 구체적 표현이 바로 법이다. 그에 반해 고대의 성왕이 제도를 부여했다는 유가에는 존재론이 매우 결여되어 있다. 고작 ‘명분을 밝혀야 한다’고 주장할 뿐이다. 이윽고 그들은 도가의 우주론을 수용하여 질서를 반가치로부터 가치로 역전시킨다. 그리고 혼돈으로부터 질서로의 과정을 저절로 그러한 것으로 간주하면서도, 자연의 도를 체득한 성인에 의해 인륜이 정해졌다는 도가와 법가의 중간에 서는 존재론을 만들어냈다. 인간학의 자연주의적 기초 부여는 이렇게 주어졌다.

묵가의 창시자 묵자(墨子)는 이름이 적(翟)이고 노나라 사람으로 목공 출신이다. 묵가의 구성원 대다수가 사회의 하층민으로 생산노동과 과학연구 활동에 종사하는 사람들이었다. 『묵자』란 책은 모두 71편이었으나 현재는 53편만 전해진다. 그 중 『경상(經上)』, 『경하(經下)』, 『경설상(經說上)』, 『경설하(經說下)』, 『대취(大取)』, 『소취(小取)』 이렇게 여섯 편을 ‘묵변(墨辯)’이라고 부르며 여기에는 중국 초기의 역학, 물리학 및 기하학의 연구 성과가 기록되어 있다. 『경상』에는 ‘미이시(彌異時)’와 ‘미이소(彌異所)’를 이용해 시간과 공간을 정의했다. 즉, 구체적인 시간(時)과 공간(所)을

종합하여 시간과 공간 관념을 형성하고 있다. 『경상』에서 ‘운동’은 물체의 위치가 움직이는 것이며 ‘정지’는 물체가 어떤 곳에서 일정한 시간 동안 머무는 것이라고 했다. 물체의 운동은 반드시 시공에서 이루어져야 하고 운동, 시간, 공간, 삼자 간에 밀접한 관계가 있다고 했다. 또한 힘을 형태가 흥분한 상태라고 정의의를 내리고 물체가 운동하는 원인이 힘이라고 보았다.

2. 유가 통일시대

먼저 묵가가 법가의 입장을 취하는 진(秦) 제국에 의해 박멸되었다. 묵가 집단의 주장과 힘은 두려워할 만한 것이었다. 이어서 법가가 유가의 입장을 취하는 한(漢) 제국에 의해 이빨 뽑혀지고 관료제 자체 내부로 해소되었다. 농업사회는 드러내놓고 법치주의를 관철하기에 적합한 사회체제가 아닌었던 것이다. 유가는 가족윤리 이외는 어떠한 이론적 지주도 갖지 않았다. 그런 만큼 다른 모든 학파로부터 사상을 빌려올 수 있었다. 그때 그들은 언제나 중용의 길을 택했다. 이로써 농업사회 위에 군림하여 전제군주를 받드는 관료제에 가장 적합한 사상체계가 형성되었다.

‘인’이라는 공적 가치만을 들고 출발한 유교는 공공막막(空空漠漠)하고 융통무애(融通無碍)하여 도가를 포함한 모든 학파로부터 탐욕스럽게 개념을 차용하고 학설을 탐식하여 사상을 감싸들며 오직 하나의 정통적인 학파로 성장했다. 한편 도가는 자연성 자체의 표현으로서 관료제를 이면에서 떠받쳤다. 이것이 유가 승리의 비밀이





며 도가의 존재 이유였다.

진의 멸망으로 ‘인위’라는 모티브는 중국사상사에서 거의 찾아보기 어렵게 되었다. 한나라 말에 불교가 도입되어 오랫동안 중국의 사상은 도교와 유교와 불교 사이를 왕복하게 된다. 10세기에 사상가들이 유불선 세 갈래의 가르침을 종합하게 되었고 그 결과가 오늘날까

지 중국의 지배적 사상체계가 된다. 이 사상적 전환이 송 대에 있었기 때문에 이것은 ‘송학(宋明理學)’이라고도 한다. 이 새 사상가들은 자기들이야말로 정통 유교의 계승자라고 믿었고 이것을 ‘신유학’이라 했다.

이 새로운 유학운동에는 새로운 방법, 혹은 신기구가 필요했다. 그것이 다름 아닌 약 1,700자밖에 안 되는 『대학(大學)』이라는 자그마한 책이었다. 여기에서 이들은 ‘지식을 넓히기 위해서는 사물의 이치를 탐구해야 한다(治知在格物)’는 구절에 주의했다. 이러한 이유에서 ‘주자학’에서 핵심적이었던 이 ‘격물(格物)’의 노력이 윤리적인 목표를 가지고 정(靜)과 경(敬)의 상태에의 침잠을 추구했다.

주자학에서 아주 중요한 ‘리’는 사물의 존재나 현상의 발생을 위한 일종의 필요조건을 나타낸다. 리와 함께 사용한 또 하나의 개념이 ‘기’이다. 기는 취(聚), 산(散), 굴(屈), 신(伸), 승(昇), 강(降) 등 여러 형태의 작용과 움직임을 겪지만, 이것들은 기의 고유한 성질로 외적인 작용을 필요로 하지 않는다. 즉 어떤 현상이 일단 기의 어떤 작용과 운동으로 인한 것이라고 규정되면 그 현상은 충분히 설명되었다고 여겨졌고, 더 이상의 설명이 요구되지 않았다. 기의 운동과 작용들에 의해 일어난 여러 자연현상들을 주자학자들은 그냥 당연한 것으로 받아들였다.

대부분의 자연현상은 사람이 직접 지각한다. 자연현상들은 지각 가능한 성질

과 물리적인 효과를 수반하며 ‘형이하’에 속한다. 따라서 자연현상들은 당연한 것으로 그냥 받아들여졌다. 주자학자들이 이런 식으로 자연현상들을 단순히 받아들이기만 했기 때문에 ‘진공’, ‘무한’, ‘운동’과 ‘동인(動因)’, ‘원자의 불가분성’, ‘물질’과 ‘공간’, ‘혼합물에서의 원소의 존재 양태’ 등 근본적이고 이론적인 문제들을 생각할 기회가 없었다. 이렇게 중국사상가들은 지각의 확실성에 중점을 두고 과학적으로 추상화하려 하지 않았다. 즉 주자학자들은 현실세계의 실재성을 받아들인다는 사실이 내세 위주의 불교 교리와 구별되는 점이라 생각했으며 그 실제세계에 유용한 개념들에 대해서조차 생각할 수 없게 만들었다.

중국인의 사상 표현은 단편적이어서 자연의 사물과 현상 사이의 전체적인 연관을 직관적으로 파악하여 ‘도(道)’ 또는 ‘리(理)’라고 불렀다. 중국사상에 분석적 방법이 결여된 것은, 유용성의 한계 이상으로는 분석적 사고를 펼치려 하지 않은 중국인의 ‘사고 패턴’에 있다. 이러한 기술적 사고에서는 경험적으로 축적된 지식이 더 쓸모가 있다. 이러한 사고에는 무릇 완전함은 오직 자연 스스로 꾸미는 것이라는 자연주의 사상이 바닥에 깔려 있다. 그 좋은 보기가 17세기 중국의 온갖 생산기술을 집약한 백과전서『천공개물(天工開物)』이다. 이 책은 벼를, 배, 용광로, 그리고 대포, 지뢰 등의 제조기술을 소개하고 있으며, 무엇보다도 농경기술에 중점을 두고 있는데, 농경기술은 천(天)과 지(地)의 관여가 없는 ‘개물(開物)’, 즉 인공만으로는 훌륭한 기술이 이룩되지 않는다는 사상을 전개하고 있다.

중국 전통과학은 달력, 치료, 점복, 생산기술 및 전쟁 등에 이용되는 실용적 지식으로 이루어져 있었고, 이론적이거나 ‘지적’인 흥미로 탐구되지는 않았다. 따라서 이 전통들은 중국의 학문세계의 주류인 ‘유가’로부터는 상당히 고립되어 있었으며, 종사자들은 ‘사’라고 불리는 중국 전통사회의 정치적·사회적·지적

지도계층의 구성원보다 뚜렷하게 낮은 지위에 있었다. 따라서 중국 전통과학 지식 또한 유학자들에게 제대로 흡수되지 못했고, 그에 따라 중국 전통유가학문에서 과학적 지식이 차지하는 위치는 보잘것없었다. 따라서 중국에서 근대과학이 생길 수 없었던 이유로는 (1) 자연관의 차이, (2) 학문의 대중화 부족, (3) 기술발전에 대한 사회적 요청의 부재, 그리고 (4) 유가학자들의 법칙의 수량화와 수학적 내용에 대한 과학적 이해 부족 때문이라고 할 수 있다.

3. 중국의 전제 관료제

중국의 지식인은 원천적으로 관료였다. 관료는 공적 가치에 관계되며 공적 가치의 실현에 관여하는 일을 한다. 공자는 노나라의 국정을 담당했지만 얼마 후 여러 나라를 방랑하며 그의 정치적 이념을 실현할 무대를 찾아 나선다. 고난에 찬 방랑생활 끝에 그는 후진 양성이라는 교육자의 길을 선택하는데, 교육자로서 공적 가치를 옹호하기로 한 것이다. 그의 교육은 한나라 때 국가윤리로 채택되었으며 이후 2,000년 동안 그 위치를 계속 유지해왔다. 유가사상에 바탕을 둔 중국의 관료제가 발달한 것이다.

‘유교’에서의 ‘수신제가’라는 교육은 ‘치국평천하’의 달성에 의해 비로소 완결된다. 즉 관료로서의 정통성이 주어진다. 관료인 것을 거부하는 것은 사적 가치를 택하는 것으로 ‘도교’이며 ‘불교’이다. 송나라의 철학자들이 말하는 ‘이단’이었다. 이로 인해 지식인 관료로서의 정치적 실천과 공적 가치의 실현은 중국의 두드러진 특징이 되었다. 지식인은 먼저 공적 가치의 체현자여야 한다. 공적 가치는 이미 고대 성인의 언행에 표현되어 있으므로 고전적 교양이 학문의 중심이 된다. 새로운 사상은 고전의 주석 또는 성인의 언행의 해석이라는 형태를 취한

다. 지식 그 자체의 추구는 반가치로써 배척된다. 중국의 학문이나 사상은 지식인 관료의 실천 지향에 의하여 방향 지어진 것이다. 유가 자체가 주로 인간과 사회의 문제에만 관심을 둘 뿐 자연세계에는 관심을 갖지 않았다. 지식인의 교양이 고전적 혹은 문학적인 그것을 중심으로 하고 있었기 때문에 그들은 흔히 정치적으로도 무능했다.

중국의 모든 천문학자, 그리고 거의 대부분의 수학자는 관료였다. 중국에서는 기술자, 장인들도 관료적 성격을 지니고 있었다. 민간에서의 수공업 생산은 광범한 영역에 걸쳐 있었지만, 중요한 산업은 국유화되고 관리의 감독 아래 대규모의 토목공사가 행해졌다. 그러나 중국의 관료를 구성하는 엘리트는 유학자들이었으며, 이들이 관장하는 관영과학은 아마추어적인 판단에 의해 운영되었다. 이 때문에 이들의 통솔 아래에 있는 하급 기술관료들은 무사안일하게 일상 업무에 종사하는 데 그쳤다.

근대 산업사회는 분업의 세분화를 전제로 성립되었다. 근대 산업





사회는 전문적 능력에 의해 인간을 평가하는 사회이다. 그리고 그 능력을 돈으로 환산한다. 이는 중국 전통의 관료적 사회주의적 방식과는 반대된다. 유교의 사대부들이 권력을 장악함

으로써 중국에서는 발견과 발명을 통해 명성을 얻을 수 없었다. 중국에는 상류 지식층의 모든 사람이 관료가 되기만을 원함으로써 과학기술 분야에 능력 있는 인재가 유입되지 못했다.

또 전통 중국에서는 상인계층이 형성되지 못했다. 중국의 상인은 사회적으로 가장 존경받지 못하는 계층에 속했다. 명나라 농촌에도 거미줄처럼 촘촘하게 연결된 방직업 네트워크가 있었으나 방직업주들은 방직으로 번 돈을 농업 생산에 투자하거나 건축, 토지 구매, 혼인, 출산과 같은 ‘가족 경제’에 투자했다. 이러한 투자 성향은 당시 사회가 인간의 본질을 더 중요시했기 때문이다. 상인계급만이 과학연구에서 필요한 ‘손(기술)’과 ‘두뇌(학문)’의 결합을 이룰 수 있는데, 이들이 힘을 펴지 못함으로써, 중국사회에서는 ‘이론(학문)’과 ‘기술’이 융합할 기회가 없었다.

중국은 인간과 자연의 조화를 찬미했을 뿐 자연을 정복하려는 욕망이 없었으며 과거시험 등으로 관리가 되면 자손 몇 대까지 잘살 수 있었으므로 상인이나 수공업자는 천시되었다. 사업 투자도 정부의 수탈 때문에 불안정했으며 길드 조직은 관료에게 뇌물을 바쳐야 했다. 과학자의 발명권 같은 것은 그냥 빼앗겼다. 게다가 중국의 지배계층들은 자신들이 세상의 중심이고 자신의 국가가 가장 크

고 가장 강하다고 생각했다. 그러니 바다를 건너 멀리 나갈 필요도 없었고, 과학 기술을 이용하여 다른 국가를 제압할 필요도 없었다.

이렇게 중국에서 역사상 아무리 많은 천재적 과학자들이 태어나고 아무리 많은 혁신적 기술들이 발명되었어도 여기에 관심과 지원이 없었기 때문에 이 분야의 발전은 불가능했다. 또 다양성을 거부하는 유교사상이 지배하는 나라라서 창조성과 독창성이 나오기 어렵다. 더욱이 청나라 말의 중국은 두 가지 중독, 즉 아편 중독과 고전 중독에 걸려 있었다.

4. 분류적 사고

중국인이 실재세계의 현상적인 다양성을 인식하기 위해 취한 방법은 ‘분류’였다. 낱알을 들어가면서 하는 기술(記述)과 그 분류에 의한 서술적 사고이다. 일례로 명(明)나라 이시진(李時珍)의 『본초강목(本草綱目)』에는 각각의 종(種)에 대해 먼저 문헌, 민간, 지방에서 사용되는 별명을 열거한다. 이어서 산지 및 식물학적 특성을 기술한다. 그런 다음 약물로서의 용법과 효용이 역시 여러 문헌으로부터의 인용을 통해 상세하게 논해진다. 『본초서(本草書)』는 『농서(農書)』나 『약전(藥典)』과 같은 기술서(技術書)의 성격을 띠고 있다. 기술적(技術的) 실천에 필요한 것은 지시적 기능을 띤 ‘교범(敎範)’을 말한다. 중국 지식인의 실천 지향은 기술적인 생각을 인간적 실천의 전 영역으로 확대시킨다. 질서는 만들어지는 교범이다.



세계의 다양성은 양(量)으로 투영된다. ‘양적 관계’에서 어떤 규칙성이 발견된다면 ‘통일상(統一象)’을 그릴 수 있다. 중국인은 양적인 관측, 관찰, 측정, 실험, 조사, 계산, 기록, 설명, 사색에서 많은 자료를 남기고 있다. 천체의 위치와 운동에 관한 ‘역계산(曆計算)’, 악기의 ‘음정(音程)’, 제기(祭器)나 수레(車)나 의복(衣服)의 ‘규격(規格)’, 인구에 관한 것, 관직의 정원과 등급에 관한 것, 형법의 양적 규정에 관한 것, 화폐나 경제정책이나 토목사업에 관한 것, 이것들은 양적인 서술이다. 중국의 수학이 양(量)의 수학, 즉 대수학(代數學)이었던 것같이, 천문학도 대수학적 천문학으로 천체의 운동은 모두 가상적인 구면상에서 적도좌표계의 양으로 파악된다. 즉 중국인은 천체 운동을 하늘의 ‘역수(曆數)’로 파악했다.

전통 중국에서는 음악을 ‘예악(禮樂)’이라고 하여 예(禮)와 결합할 정도로 매우 중요시했고, 그에 따라 음악의 기초가 되는 화음에 대한 논의는 ‘율학(律學)’이라고 하여 화음을 이루는 음을 내는 현이나 관의 길이들 사이의 간단한 수적 관계가 중요하게 다루어졌다. 중국의 음정은 관(管)의 부피에 의해 결정되는데, 그 기본적인 음정을 나타내는 12개의 관의 부피에는 ‘수적(數的) 비례관계’가 성립하고 있다. 아울러 역법(曆法) 분야와 결합되어 ‘율력(律曆)’이라 불리기도 했다. 중국 수학이 기하학적이 아니고 늘 대수적이었던 것처럼, 중국의 예악은 원초적인 파동 이론에 충실했다. 이러한 양적 인식과 양적 사고는 중국인이 자랑하는 것이었다.

5. 중국의 역법

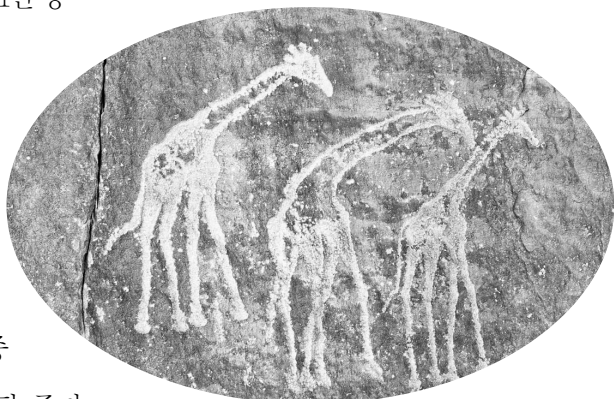
옛날 사람들이 천체를 관측했던 가장 중요한 이유는 시간을 측정하기 위해서였다. 먼저 오늘 해가 뜬 시각부터 내일 다시 해가 뜰 때까지의 시간이 대략적인 ‘하루’가 된다. 밤하늘에 두둥실 떠 있는 달의 모양을 주의 깊게 관찰하는 사람

이라면 초승달에서 다음 초승달까지 또는 보름달에서 다음 보름달까지의 간격을 계산할 수 있을 것이다. 이것이 바로 ‘한 달’이라는 시간 단위의 등장이다. 1년을 측정하기 위해서는 먼저 한 자루의 막대기를 땅 위에 수직으로 세워둔다. 그리고 태양이 남중했을 때 막대기의 그림자 길이를 잰다. 매일매일 그림자의 길이를 관찰해보면 계절의 변화에 따라 길이가 변한다는 사실을 알 수 있다. 북반구에 위치한 곳에서는 동지 때의 해그림자가 가장 길고, 하지 때는 가장 짧다. 결국 해그림자가 가장 긴 때부터 다시 그 길이로 돌아올 때까지의 시간을 재면 그것이 1년이 된다. 옛날 사람들은 이런 방법으로 ‘하루’와 ‘한 달’ 그리고 ‘1년’의 길이를 측정할 수 있었다.

인류가 농경생활을 시작한 이래 해야말로 농사를 짓는 데 없어서는 안 되는 천체였다. 햇빛이 강한 계절에는 만물이 왕성하게 자라고 비도 많이 오지만, 햇빛이 약한 계절에는 식물들이 시들고 마르며 비 대신 차가운 눈이 내린다는 것을 경험적으로 알았고, 아울러 이러한 현상이 1년을 주기로 반복되는 것도 알았다. 그것을 하나의 종합적인 체계로 만들어낸 것이 역

법(曆法)이었다. 따라서 역법이란 1년 동안의 사계절의 순환이나 달의 위상 변화와 같은 자연현상의 법칙적 질서를 수학적으로 체계화한 것이다.

농경사회에서 ‘역(曆)’은 필수적인 생활의 지침이 된다. 중국의 역법은 경험적으로 관측된 주기

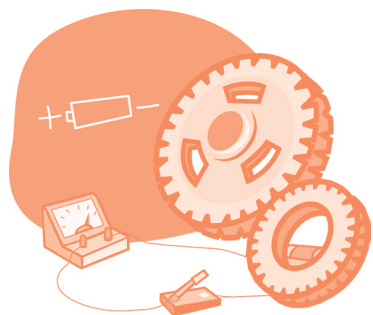


들을 사용한 계산법에 의존했다. 북송의 심괄은 “도는 하늘에 있다. 그것을 관측 기계에 갖추게 하면 도는 기계 속에 있다. 도가 기계에 갖추어져 있으면 일월오성은 기계 속에 파악되고 하늘과는 상관이 없어진다. 하늘과 상관이 없다면 하늘에 있는 것을 인식하는 일은 어렵지 않다”고 하여 기계에 파악된 천체는 인식 기능의 대상이 된다 했다.

옛날 동아시아에서 사용했던 역법의 체계는 음력과 양력을 결합시킨 ‘태음태양력(太陰太陽歷)’이었다. 태음태양력에서 한 달의 길이는 달의 운동을 기준으로 정하고, 1년의 길이는 태양의 운동을 기준으로 결정한다. 따라서 한 달은 대략 29.5일이 되고 1년은 365일 정도가 된다. 결국 음력 열두 달의 길이는 대략 354일이 되어 양력 1년의 길이인 365일과 약 11일의 차이가 나타난다. 달의 주기는 29.530588일이고 지구의 주기는 365.242216일이므로, 이 두 개의 주기는 서로 맞아떨어지지 않는다. 그러나 중국의 고대 농사력에서는 음력에서 큰 달을 30일로 하고 작은 달은 29일로 했다. 그러면 19개 음력 년에 일곱 개의 윤달을 더한 일수는 19개 양력 년과 거의 대등하다.

중국인들은 춘추 중엽에 이미 19년 동안에 일곱 차례의 윤달을 설치하는 ‘19년 법’으로 음력과 양력을 조절했다. 이는 기원전 433년에 그리스 사람 메톤(Meton)이 발견한 ‘메톤 주기’보다 160여 년이나 앞섰다. 춘추 이후 진나라에서는 ‘전욱력(顓頊曆)’을 사용했고, 한무제(漢武帝) 시기의 ‘태초력(太初曆)’에서는 1년을 365와 4분의 1로 정했다. 이는 로마 대제 카이사르의 율리우스력과 같은 방식지만 시기적으로는 200년이나 빠르다.

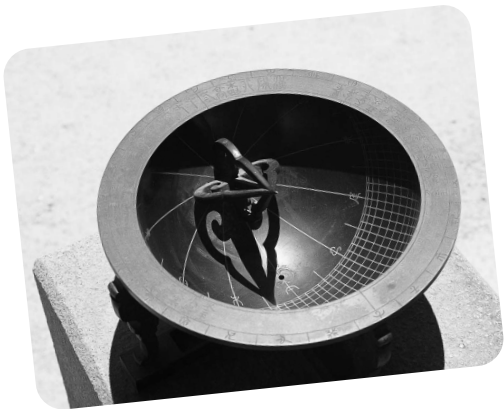
원나라에 이르러 중국 판도가 유럽과 아시아의 두 대륙에 걸치자 중국의 문화는 여러 면에서 모두 새로운 요소를 받아들이게 되었다. 결국 곽수경(郭守敬) 등은



새로운 역서를 만들어 1280년에 반포했는데, 그것이 『수시력(授時曆)』으로 1년을 365.2415일로 잡고 있다. 이는 지구가 태양을 도는 실제 주기와 26초 차이밖에 나지 않는다. 『수시력』은 중국 전통역법을 계승 발전시킨 것으로 각종 천문 의기를 정비하여 천문 관측에 신중을 기했고, 과

거의 역법을 참작함과 아울러 새로운 계산법을 사용하여 각종 천문상수를 재정리했다. 그 결과 『수시력』은 역대 중국역법 가운데 가장 뛰어난 것으로 평가되었고, 이후 400년 동안 『수시력』을 능가하는 역법이 만들어지지 않았다. 그렇지만 『수시력』은 일월식을 계산하는 면에서 완전하지 못한 점이 있었기 때문에 이슬람 역법서인 『회회력(回回曆)』을 일부 병용하여 그 결점을 보완했다. 『수시력』은 지금 사용되는 그레고리력의 1년 주기와 같지만 그레고리력보다 300여 년이나 빨랐다.

조선조 세종의 『칠정산(七政算)』은 원나라 때 중국에서 제작했던 곽수경의 역법 『수시력』을 서울 기준으로 고쳐 계산하는 길을 연구해 완성한 작품이다. 칠정(七政)이란 태양과 달, 5행성(水, 金, 火, 木, 土)을 뜻하니 ‘칠정산’이란 이 일곱 천체의 운동을 계산하는 방법이라는 의미이다. 『칠정산』의 내편은 중국의 전통역법을 소화해낸 결과물이고 외편은 아랍 역법을 국내에 처음 소화해 들여온 결과물이다. 『칠정산』의 완성으로 조선의 천문학자들은 서울의 위도를 기준으로 천체의 위치를 미리 계산해낼 수 있었고 일월식을 비롯한 각종 천문 현상을 정확하게 예보할 수 있게 되었다. 당시 세계적으로 이러한 수준의 천문역산학을 보유하고 있었던 나라는 중국과 아라비아 그리고 조선뿐이었다.



한편 중국의 역법은 ‘하늘을 관찰하여 백성에게 시(時)를 주는 것이 제왕의 의무’라는 ‘관천상수인시(觀天象受人時)’를 실행하기 위해 발달했다. 중국의 황제는 우주의 시간에 맞추어 농사지를 수 있도록 달력을 만들어 백성에게 나눠주어야 했다. 이것

은 ‘하늘의 명을 받아 제도를 고친다’는 ‘수명개제(受命改制)사상’과도 연결된다. 중국의 역대 왕조는 건국의 정당성을 정치사상적으로 뒷받침할 수 있는 수단으로써 천문학의 정비와 천문역법을 발달시켰다. 천명을 받아 황제가 되면 역법 등 기본적인 제도를 새로이 고쳐야 한다. 중국 역법의 이러한 성격상, 개혁을 할 때는 일-월-행성 등에 관한 온갖 천문상수를 형이상학적인 설명으로 꾸민다. ‘천문정수’를 ‘음률’과 결합시킨다든지 ‘역수’와의 연관을 시도하는 따위가 그것이다. 실용과 사변(우주관)이 이중으로 얹혀서 ‘역’은 고대 중국에서 국가의 대전으로 성립했다.

농업 생산의 필요에 따라 사람들은 평균 15일마다 하나의 절기를 만들어 1년을 24절기로 구분했다. 실질적으로는 태양의 위치와 시 운동에 의거해 정한 일종의 역법이다. 기원전 104년 등평(鄧平) 등이 제정한 ‘태초력(太初曆)’에 정식으로 24절기를 정하고, 24절기의 천문적 위치를 명확히 했다. 태양이 황경 0도에서 황경을 따라 15도 움직이는 시간을 하나의 절기라고 했다. 매년 360도를 운행하니 1년에 24개의 절기를 지나고, 한 달에 두 개의 절기를 지난다. 매월 첫 번째 절기를 ‘절기’라고 하는데 입춘, 경칩, 청명, 입하, 망종, 소서, 입추, 백로, 한로, 입동, 대설, 소한이 절기에 속하고, 매월 두 번째 절기를 ‘중기’라고 하는데 우수, 춘

분, 곡우, 소만, 하지, 대서, 처서, 추분, 상강, 소설, 동지, 대한이 이에 속한다.

6. 주역

약 4,000년 전 하(夏)나라 우(禹)임금이 치수 공사를 하던 중, 물속에서 기어 나온 거북이 등에 있는 무늬를 보고 낙서를 했다. 낙서의 수는 가로, 세로, 대각선의 합계가 모두 15가 되는 3차 ‘마방진’ 이었고, 이것은 숫자 속에 숨겨진 우주의 질서로 생각되어 ‘기문둔갑술(奇門遁甲術)’로 발전했다. 원래는 1에서 9까지의 숫자가 가로 셋, 세로 셋의 배열로 놓였을 때 그 합이 어느 방향으로나 15가 되는 모양을 기본으로 한 무늬에 지나지 않았으나 이 교묘한 숫자 배열로부터 사람들은 우주의 수학적 질서, 즉 ‘주역(周易)’의 세계에 깊은 관심을 갖게 했다. 또 1년을 만드는 열두 달과 한 달을 만드는 30일, 그리고 그것을 합쳐 나오는 360일이라는 숫자에도 모두 큰 의미를 부여했다.

(피타고라스는 동아시아로부터 전해진 이 낙서, 마방진 등의 지식을 얻은 후, 수와 수직 비례 그리고 조화에 대한 연구 끝에 ‘수는 만물의 척도’라는 말을 남겼으며, 사물은 수들로 구성되어 있고 수는 사물과 닮아서 사물 그 자체라고 정의했다. 따라서 동아시아의 ‘상수 원리’가 서양 수학의 기본 개념이 되었다.)

중국 철학의 관점에서 볼 때 『주역(周易)』은 음양의 상호작용으로 인해 만물이 생성된다는 것을 설명하고 해석한 책이다. 부드러움과 강함이 함께하면서 그 속에서 변한다는 것이 역(易)의 핵심 사상이다. 『주역』은 내용이 풍부하고 다루고 있는 분야도 아주 광범위하다. 천문, 지리, 사람의 일상사 및 자연과학에서 사회과학에 이르기까지, 생산에서 생활에 이르기까지, 제왕과 재상이 나라를 통치하는 방법에서부터 백성의 처세와 지켜야 할 도리에 이르기까지 아주 상세하게 다루

었다. 일분위이(一分爲二), 대립과 통일의 우주관, 유물주의와 변증법의 방법론을 활용하여 우주 만물의 발전과 변화의 법칙 및 대립과 통일의 법칙을 명시했다. 뿐만 아니라 이 세계관을 활용하여 8괘를 통해 자연계 및 사회와 사람 본연의 각종 정보를 예측한다.

은(殷)나라 말에 주(周) 문왕(文王)이 64괘의 단사를 썼다. 기본 요소는 양(☰)효와 음(☷)효이고 이효(☲)를 겹쳐놓으면 8괘, 즉 건(乾; 뉘), 곤(坤; 땅), 진(震; 우뢰), 간(艮; 산), 이(離; 불), 감(坎; 물), 태(兌; 연못), 손(巽; 바람)이 된다. 그리고 8괘를 다시 겹치면 64괘가 된다. ‘경(經)’은 64괘의 괘상, 괘명, 괘사, 효사 네 부분이다. 괘사는 전 괘의 뜻을 해석하고 효사는 효 하나하나의 뜻을 해석한다.

모든 괘는 양효(陽爻)와 음효(陰爻)로 구성된다. 만약 양효를 1로 하고 음효를 0로 하면 이진법의 2는 10이 되는 규칙에 따라 건부터 곤까지 64괘는 모두 0과 1로 나타낼 수 있다. 예를 들어 제1괘인 건괘는 11111=63, 제2괘는 011111=62, 제3괘는 101111=61이 되고 이렇게 쭉 배열해나가면 제62괘는 010000=2, 제63괘는 100000=1, 마지막 1괘는 000000=0이 된다. “오직 0과 1만 존재하는 이진수는 형식이 간결할 뿐만 아니라 우주의 모든 양(量)을 나타낼 수 있다.” (음양 8괘를 통하여 처음으로 이진수의 개념을 제기한 것이다.)

한나라 이후 『주역』에도 변화가 찾아온다. 한무제의 “백가를 배척하고 오로지 유교의 사상만을 존중하자”는 정책으로 오경박사(五經博士)를 설치함으로써 『주역』은 나라를 다스리는 경서로 자리를 잡게 되었다.

7. 상수학

중국인에게는 존재는 부동의 실체가 아니고 움직이며 멈추지 않는 것이었다.

움직여 멈추지 않는 존재를 ‘기(氣)’라고 부른다. 만물은 기에서부터 생성하여, 기로 소멸되어간다. 중국인은 기의 운동 가운데서 운동하는 세계의 기본적인 패턴을 찾아낸다. 기는 우주에 충만한 연속적 물질(에너지)이다. 그에 관련해서 중국에는 원자론이 존재하지 않는다. 그것을 만들어내지 않았을 뿐만 아니라



인도의 극미(原子)설도 받아들이지 않았다. 기는 말하자면 연속적인 장(場)이며, 기의 운동은 흔히 파동의 이미지를 통하여 파악된다. 그 운동의 기본적인 ‘패턴’은 태양의 운동에 바탕을 둔 사계절의 변화 가운데서 나타난다. 봄부터 여름에 걸쳐서는 양기가 신장하고 음기가 쇠퇴하는 과정, 가을부터 겨울에 걸쳐서는 양기가 쇠퇴하고 음기가 신장하는 과정이다. 음양의 기의 파동적인 리듬은 1년을 주기로 하여 순환한다. 음기 앞에는 양기가 있고 양기 앞에는 음기가 있다. 더욱이 양기라는 것은 기가 가볍고 빠르게 운동하는 상태(動)이고, 음기라는 것은 기가 무겁고 느리게 운동하는 상태(靜)로, 비교 개념일 뿐 본래는 단 하나의 기가 존재하는 데 지나지 않는다. 따라서 음양의 기의 순환은 상호 전화라고 볼 수도 있다. 이 음양의 기의 상호 전화와 순환적 변화에 기 운동의 기본적인 패턴이 있다.

물론 개개의 실재(實在)는 기의 복잡한 형성물이며, 더욱이 동류 간(同類間: 음기-음기, 양기-양기) 및 이류 간(異類間: 음기-양기)에 특정의 상호작용이 있기 때문에, 그 패턴은 극히 다양한 변화를 만들어낸다. 이리하여 개개의 사물과 현상 혹은 그 유(類)에 대해 하나하나의 고유한 패턴을 탐구하지 않으면 안 된다. 결코 일률적으로

논할 수는 없다. 주자는 대학에서 ‘격물(格物) 치지(致知)’를 강조했는데, 그것은 개개의 사물과 현상 가운데에서 고유한 패턴을 탐구하는 것을 의미했다.

뿐만 아니라 중국인은 패턴을 양의 인식에다 결부시키려고 노력했다. 역의 원리는 이진법(二進法)에 의한 패턴의 표시이다. 음과 양, 건(-)과 곤(-), 오늘날의 방식으로 말하면 0과 1의 여러 가지 배열 방법, 즉 패턴에 의해 여러 가지 사물과 현상을 분류하고 표시하려 한다. 기본적인 패턴은 여덟 가지가 선택된다. 그것은 이진법의 세 자릿수까지의 수에 해당한다. 그리고 8의 2승, 즉 64, 2진법으로 말하면 여섯 자릿수까지의 수에 의하여 사물과 현상의 모든 패턴이 표현된다. 또는 무한히 다양한 패턴도 결국은 64가지의 패턴에 귀착한다고 생각한다. 그것이 바로 역의 64괘이다. 괘(卦)의 의미 부여는 각각의 괘에서 음양의 배열 방법과 괘 상호 간의 배열의 변화 방법에 의하여 주어진다. 왜냐하면 그것은 각 패턴에서의 음양의 배치와 상호 전화 및 순환적 변화의 양상을 가리키는 것이기 때문이다.

양적 인식과 패턴 인식을 결합하려는 노력은 이윽고 ‘상수학(象數學)’이라고 불리는 학문을 낳았다. 역의 이론을 기초로 하여 수와 패턴의 통일적 이론을 쌓기 위하여 송의 철학자 소강절(邵康節)은 몇 개의 도식(圖式)을 채용했다. 하나는 만물의 패턴을 이끌어나가는 우주생성론적 도식이다. 주렴계(周濂溪)의 태극도설(太極圖說)로 말하자면 태극으로부터 음양이, 음양으로부터 사시(四時)가 생긴다고 하는 도식을, 소강절은 1에서 2가, 2에서 4가, 4에서 8이라는 무한한 수의 2분할로 전개하여 1, 2, 4, 8이라고 하는 기본적인 수에 원소나 성질 등에 의한 의미를 부여하면서 만물과 그 고유의 패턴을 이끌어낸다.

다른 하나는 역사적 시간의 패턴 도식이다. 1년은 12월, 1월은 30일, 1일은 12각(刻), 1각은 30분이라는 시간 단위에 착안하여, 이 12와 30이라는 수의 조합을

1년을 단위로 하는 역사적 시간에 끼워 넣어 순환적인 역사의 여러 가지 주기를 이끌어냈다. 그 최대의 주기는 2만 8,211조 990만 7,456억 년이라는 엄청난 것이었다. 소강철의 상수학은 다양한 사물이나 현상의 패턴을 간결하고 통일적인 수의 이론으로 구성하려는 의도로 시도되었지만 방대한 숫자의 유희라는 바닥 없는 늪에 빠져들어 갈 수밖에 없었다.

그러나 지금이라면 중국인이 목표했던 것이 무엇이었는가를 우리들은 이해할 수 있다. 역의 이진법과 라이프니츠에 의한 이진법 발명과의 관계는 이미 잘 알려져 있다. 오늘날의 정보과학에서의 이진법과 패턴 인식에 대해서도 새삼스럽게 설명할 필요는 없을 것이다. 역과 상수학에는 정보과학으로의 싹이 내포되어 있었다. 여기서 논한 것과 같이 중국인은 근대과학을 뛰어넘어 현대과학의 과제를 만지작거리고 있었다. 그러나 거기서 근대과학이 태어날 수는 없었다.

8. 중국의 대수학

전통 중국에서 ‘수학’은 ‘산학’이라고 불리었고, ‘산가지’를 써서 ‘역법’이나 실용적인 목적의 ‘계산’에 사용했다. 이러한 대수학이 중국에서 발달한 이유는 그들이 자연현상을 양적으로 파악하는 방법을 즐겨 썼기 때문이다. 대수학은 국가의 재정 회계 등과 관련이 있는 실무적인 지식으로서만 아니라, 고급 관리인 학자층의 교양으로도 필요했다. 즉 중앙집권적인 중국의 관료제 사회는 대규모의 치수, 관개, 곡물 수송 등을 필요로 했는데, 이러한 산업과 관련해서 학자 관료는 수리공학에도 관심을 기울여야 했다.

산가지는 중국 고대에 2,000년 동안 셈하는 데 중요한 역할을 했다. 그러나 사회 발전함에 따라 계산기술에 대한 요구가 높아지고 산가지가 점차 수요에 부



응하지 못하게 되면서 주판이 생겼다. 주판의 원리와 기본 방법은 산가지와 대체로 비슷하나 주판이 더 편리하고 발전된 형태로 계산이 간결하고 속도도 훨씬 빨랐다. 주판은 산가지의 세 가지 특징인 아홉 개 숫자 부호와 0의 개념, 자리 잡기 원리, 십진법을 갖추었을 뿐만 아니라 아홉 개 숫자 부호와 0의 부호를 나타내는 방법도 같다.

가장 널리 알려진 주산 서적은 정대위(程大位)가 지은 『산법통종(算法統宗)』으로 주산의 규칙과 계산 법칙에 대해 전반적으로 설명해놓았다. 주산 구결(口訣; 외우기 쉽도록 요점만 정리하여 만든 어구)은 오경(吳敬)의 『구장산법비류대전(九章算法比類大全)』이 가장 유명하다. ‘주판’은 일반 백성이 사용하기에 적당했을 뿐만 아니라 글을 모르는 사람들도 어려움 없이 ‘주판’을 이용하여 계산할 수 있었다. 중국의 주산은 점차 한국 및 일본, 인도, 미국, 동남아시아의 여러 나라로 전파되었다.

진한 시기에 중국에서는 오늘날까지 영향을 미치는 수많은 수학 저서가 쏟아져 나왔다. 중국 최초의 천문수학 저서인 『주비산경(周髀算經)』, 『구장산술(九章算術)』도 이 시기의 것이다. 『주비산경』은 천체와 수학을 다룬 천문역산 저서로, 주로 개천설에 대해 토론하고 유명한 피타고라스 정리도 제시하고 있다. 『주비산경』과 거의 동시에 나온 수학 저서 『구장산술』은 246개의 응용문제 해법을 비롯하여 산술, 초등 기하, 초등 대수 등 다방면의 내용이 포함되어 있다. 이 책에는 분수 사칙연산, 비율 구하는 법, 피타고라스 정리를 이용한 측량상의 문제 등이 기록되어 있다. 음수에 대한 개념과 음수와 양수의 가감법칙이 있으며 이 밖에도

제곱, 세제곱, 일원이차방정식의 해법과 연립일차방정식의 해법 등에 관한 많은 문제를 설명하고 있다. 『구장산술』의 수학체계는 실제적인 계산에 치중해 있다.

삼국 양진 남북조 시기에는 훌륭한 두 명의 수학자 유휘(劉徽)와 조충지(趙沖之)가 배출되었다. 유휘는 『구장산술』에 문자로 주석을 달았다. 그의 주석 내용은 상세하고 풍부하면서도 원서의 잘못된 점을 바로잡고 새로운 견해를 많이 내놓고 있으며, 수많은 수학 원리와 증명을 만들어 보이고 있다. 이것들이 각종 계산법에 응용되면서 유휘는 중국 전통수학 이론체계의 기초를 세운 창시자 중 한 사람이 되었다. 유휘는 『구장산술』에 주석을 더한 것 외에도 『중차(重差)』를 펴냈다. 할원술(割圓術)을 만들어 극한 개념을 활용하여 원 면적과 원주율을 계산했으며 십진분수, 작은 단위수 및 미수(微數)를 창의적으로 계산하려 했다. 또 수많은 중요한 수학 개념에 정의를 내리고 율(率)의 역할을 강조했으며 직각 삼각형의 성질을 활용하여 중차술을 만들어 보급시키고 고유의 정확한 측량법을 확립했다. 또 유휘 원리를 제시하여 직선형 입체 부피 계산법의 이론체계를 확립했으며 모형, 도형, 예제를 활용하여 관련 계산법을 논증하고 설득력과 응용성을 강화함으로써 중국 전통수학의 체계를 형성했다.

유휘에 이어 200년 뒤 남북조 시기에 조충지(祖沖之)가 원주율을 계산했다. 진한 이전 사람들은 지름이 1일 때 원주가 3이라는 주삼경일(周三經一)로 원주율을 삼았는데 유휘는 원에 내접하는 정96각형일 때 원주율이 3.14라는 것을 계산했다. 그런데 조충지는 이전 사람들의 계산과 원리의 기초 위에 파이가 3.1415926에서 3.1415927 사이임을 제시했고 파이 분수 $\frac{22}{7}$ 와 $\frac{355}{113}$ 근사치를 취해 원주율을 표시했다. 이 중 $\frac{355}{113}$ 에서 얻은 여섯 자리 소수가 3.141929이고, 분자분모는 1,000 이내 가장 접근한 파이값의 분수이다. 조충지가 계산해낸 이 원주율

을 유럽 수학자들은 이로부터 1,000년이 지난 후에야 얻을 수 있었다. 조충지는 자신의 아들 조공과 함께 구의 체적계산법(體積計算法)도 구했다. 즉 평행한 두 평면 사이에 놓은 두 개의 입체가 이 두 평면에 평행되는 평면에 의해 잘렸을 때, 두 절단면의 면적이 동일하다면 이 두 입체의 체적은 같다는 것이다. 조충지가 발견한 1,000년 뒤 이 원리는 서양에서 카발리에리(Francesco B. Cavalieri)가 재발견했다.

『사원옥감(四元玉鑑)』은 주세걸(朱世傑)의 역작으로 총 세권, 288문제로 되어 있다. 이 책의 모든 문제는 방정식의 해를 구하거나 연립방정식을 구하는 것과 관련이 있다. 이 가운데 사원의 문제 일곱 개, 삼원의 문제 13개, 이원의 문제 36개, 일원의 문제 232개가 나와 있다.

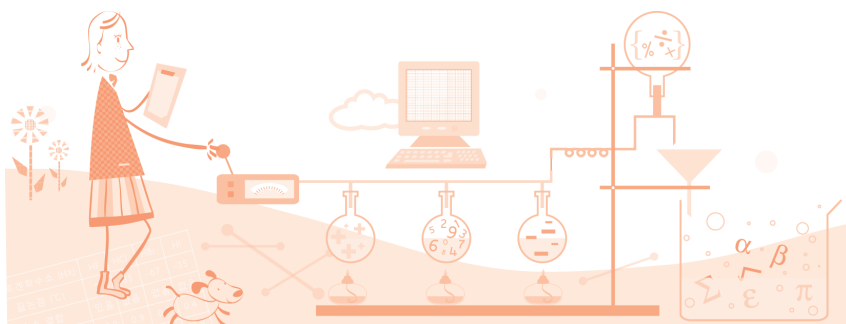
명나라 주재욱(朱載堯)은 1584년 『율학신설(律學新說)』을 완성하고 처음으로 12평균율 이론과 계산법을 제기함으로써 각 음계 간의 비율을 정확하게 재정립했다. (이는 서양보다 100여년 앞선 것이다.) 그는 12평균율 이론에 따라 세계에서 처음으로 ‘현준(弦準)’을 개발했다. 그는 개평방(開平方; 제곱근 구하기)과 개입방(開立方; 세 제곱근 구하기)의 수학연산을 율학에 응용하여 두 음계 간의 음 주파 차이가 1.059463094라는 결과를 얻었으며, 수치를 소수점 아래 십몇 자리까지 정확하게 나타내어 가장 완벽한 등비수열을 유도했다. 이로써 각 음계 간에는 음 높이 간격이 같다는 것을 알아내어 음률상에서 음계의 조바꿈 문제를 성공적으로 해결했다. (현재 12평균율의 이론은 세계 각국에서 광범위하게 응용되고 있다.)

9. 조선의 풍수

풍수(風水)란 대지를 흐르는 ‘기(氣)’를 읽어내어 만대에 걸쳐 사람들에게 좋은 영향을 미치도록 기의 흐름을 살린 집이나 묘지, 도시를 디자인하기 위한 이론

내지 방법론이다. 생기(生氣)는 바람을 타면 흩어지고 물에 닿으면 머문다고 한다. 풍수에서는 보통 산맥에 따라 기맥이 있다고 알려져, 그 기맥이 평지에 도달하여 힘을 담은 장소가 좋은 땅이 된다. 현실의 존재방식을 논리적으로 설명하려는 것이 음양오행론이고 그 논리에 의해서 생활의 존재방식을 개선하려는 구체화의 하나가 풍수술이다. 풍수술은 기에 의해서 대지의 형세를 판단하고 조작해서 그 땅의 길(吉)을 얻고 흉(凶)을 피하려는 것이다. 지형의 판단은 ‘득수(得水)’를 으뜸으로 하고 ‘장풍(藏風)’을 다음으로 한다. 기의 면에서 볼 때 풍수사는 보통 사람들에게는 보이지 않는 기를 볼 수 있고 갖가지 도구를 이용해서 기를 다스릴 수 있어야 한다. 중국의 장례식에는 힘을 지닌 도사나 승려가 의례를 주관했다. 한편 조선 조에서는 풍수사가 힘을 지니고 있었다. 이것이 조선에 풍수가 성행했던 원인 중 하나이다.

조선시대 민중들은 풍수란 묘지의 길흉을 나타내는 법술(法術)이라 생각했다. 묘지(陰宅)는 부모를 비롯한 선조들의 안택이며 주택(陽基)은 자손의 안택이었다. 근본이 되는 부모나 선조에게 잘하는 것이 자손의 번영을 위해서도 중요한 것이

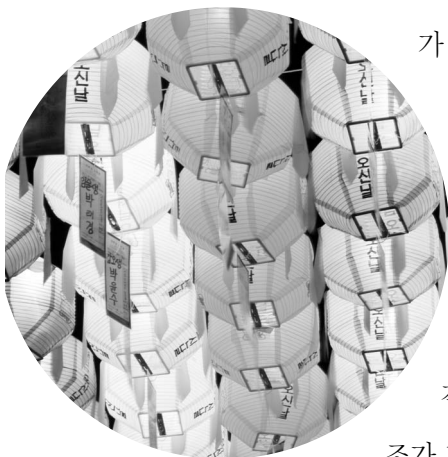


라고 생각하여, 살아 있는 자들의 주택보다 묘지가 길상의 자리에 자리 잡게 되기를 크게 바랐다. 더구나 조선조는 주자학을 철저하게 사회에 적용했기 때문에 선조의 묘지를 좋은 자리에 잡는 것은 효의 실천이 된다고 생각했다. 이렇게 해서 묘지의 선정에는 풍수설이 이용되었고 풍수에 의해 자손의 번영을 기원하는 것이 중요시되어왔다.

풍수는 단순히 지형, 방위 등의 판단만으로 끝나는 것이 아니라 지형, 방위 등의 구조상의 결합을 주물(呪物)로써 보충한다는 주술적 측면이 있었다. 어떤 주물을 사용하느냐에 따라 신령스러운 가르침이 있기도 해서 풍수설은 무속과도 깊은 연관이 있었다. 따라서 풍수를 늘 마음에 간직하는 문화도 융성하게 되었다.

17세기는 위기의 시대였다. 왜란 후 호란이 잇따라 일어났을 뿐 아니라 이른바 소빙기(小氷期) 현상의 자연재해가 연속되어 사회적 불안이 극도로 고조되고 있었다. 태양의 흑점 활동의 쇠퇴로 기온이 전반적으로 강하하면서, 가뭄과 홍수 등이 번갈아 왔으며 기근이 연속되고 전염병이 자주 돌아 사람들이 수없이 죽어가 사회적 위기감이 높아졌다. 이 위기적 상황은 인구

가 200~300만이나 감소되는 결과를 가져왔다. 이러한 사회의 불안 고조가 ‘도참설’을 유행시키는 온상이 되었다. 나라의 근본지인 도읍을 잘못 선택하여 이런 재난이 계속 일어난다고 생각하기도 했으며, 풍수의 주술적 특성을 수용한 『정감록』이 등장하여 사회변혁을 기대하는 풍조가 나타나기도 했다. 『정감록』은 구원적인 의



미를 담고 있으나 현실성은 크게 뒤지는 것이었다.

(당시 선조-광해군은 허준에게 당대 의술의 총정리 작업인 『동의보감』을 편찬하게 하고 『벽역신방(僻疫神方)』 등 전염병 치료에 관한 책을 쓰게 했다. 김욱(金旭)은 세계의 쇠신에 앞장서 대동법(大同法)의 조속한 시행을 촉구하고, 상공업 진흥, 화폐의 보급 등을 주장했다. 또 송시열(宋時烈)처럼 주자(朱子)의 진휼책(賑恤策)이 모든 것을 해결해줄 수 있다는 주장 아래, 주자 절대주의의 길을 걷는 사람도 있었다.)

풍수는 어떤 면에서 조선 지리사상의 뿌리였다. 하지만 개화 시기 외국에서 공부한 지도자들은 한국을 미신이 설치하는 나라라며, 이 미신을 타파하는 것이 생활을 투명하게 할 수 있는 첫걸음이라고 주장했다. 이들이 말한 미신 중에는 점쟁이나 관상가, 풍수사 등이 포함되어 있었다.

10. 중국의 전통의술

고대 중국인들의 관념 속에서 질병은 역귀가 오는 것으로 여겨져 무(巫)는 능히 귀신을 쫓을 수 있으며 따라서 질병도 치료할 수 있다고 생각했다. 또한 의(醫)도 능히 병을 치료할 수 있어서 고서에서는 항상 ‘무의(巫醫)’라는 말이 사용되었다. 고대 중국의 의사들은 호흡, 소화, 순환의 기능에 대한 많은 문헌을 남겼는데 음양의 본성상 양은 상승하고 음은 하강하므로 기관을 상승하는 호기는 양에 속하며, 양으로 분류되는 신체기관인 심장과 폐가 호기와 연관된다. 반면 하강하는 흡기는 음에 속하며, 음에 속하는 기관인 간장 및 신장이 연관된다. 비장은 그 중간에 위치하여 호기와 흡기를 모두 받아들인다. 사람이 숨을 들이마시면 들이마신 공기는 음의 기운에 의해 비장을 통과하고 심장과 폐를 우회하여 간장과 신장으로 직접 하강한다. 반대로 숨을 내쉴 때는 비장으로 들어온 공기가 양의 기운

에 의해 심장과 폐로 상승한다.

또 섭취한 음식물은 위장으로 내려간다. 위에서 비장의 영향을 받아 수곡의 단맛, 매운맛, 짠맛, 쓴맛, 신맛, 즉 ‘오미’는 각각 담백무미한 기, 역겨운 기, 향기나는 기, 뜨거운 기, 악취 나는 기 등 다섯 종류의 기(氣)로 변한다. 이러한 다섯 가지 기가 각각 오미에 대응하고 각각 오행에 대응하며 다시 오장에 대응한다. 다섯 가지의 기는 비장의 영향을 받아 물 성분과 혼합되면서 붉게 변해 혈액을 산출한다. 결국 섭취한 음식물은 위장에서 비장의 영향을 받아 변화하며, 그 불순한 부분은 위의 밑 부분 유문(幽門)으로 배출되고 순수한 부분은 기가 되어 위의 윗부분 분문(噴門)을 통해 밖으로 배출되어 혈액이 된다.

혈액순환의 과정은 먼저 위의 내관인 중초(中焦)에서 시작되어 위의 윗부분 분문을 통해 밖으로 나아가 식도, 즉 상초(上焦)로 올라간다. 혈액은 상초로부터 ‘수태음’이라는 혈관으로 흘러 들어가 흉부에서부터 엄지손가락 끝에 이르기까지 혈액이 공급된다. 다음으로 ‘수양명’이라는 혈관으로 흘러들어가 식지(食指)손가락 끝으로부터 머리까지 환류한다. 그런 후 머리에서 ‘족양명’이라는 혈관을 타고 혈액은 머리로부터 새끼발가락 끝까지 하강한다. 그렇게 혈관에서 혈관으로 유입되어 흐르는 동안 혈액은 신체의 20개 혈관을 통과한다. 전신을 한 바퀴 돈 다음에 출발점으로 되돌아온 혈액은 출발점에서 다시 순환하기 시작한다.

중국의 전통의술은 (1) 건강과 질병에 관한 이론적 탐구와, (2) 약물 및 기타 치료법으로 질병을 치료했고, 아울러 (3) 일반적인 섭생과 여러 건강 비법들을 중시했다. 이러한 중국의 전통의술은 인체 내의 기관들보다 그 기능들을 중요시했다는 점에서 서양과는 차이를 보였다. 즉, 그들은 ‘간’이나 ‘신’과 같은 용어로 간장, 신장과 같은 구체적 기관들만을 가리킨 것만이 아니라, 그 기관들과 관련

된 기능들을 함께 가리켰다. 심지어는 해부학적으로 알 수 없는 삼초(三焦)를 오장육부의 하나로 포함시키기까지 했다. 또 침, 뜸 등의 처치법은 독특한 것이며, 본초(本草)에는 동물, 식물, 무기물의 약효를 포함한 많은 지식을 분류, 정리하고 있다.



- 1 청동기 및 철기
- 2 농법의 진보
- 3 양잠술과 비단 생산
- 4 도자기
- 5 치수
- 6 나침반
- 7 화약 및 화약 무기
- 8 종이 및 활자
- 9 대운하



제 2 장

분야별 과학기술



분야별 과학기술

1. 청동기 및 철기

석기인들이 알맞은 돌을 찾던 중 자연동(순구리, Copper)이란 광석을 발견했다. 지표에 있는 동광석은 적동광, 납동광이나 공작석 또는 산화동이므로 솥으로 태우면 쉽게 환원되어 구리를 얻을 수 있다. 우연히 발견한 자연동은 여러모로 돌보다 편리했지만 워낙 연해서 잘 찌그러져 곧 쓸모가 없어졌다. 그러나 어느 지방에서는 자연동에 비소, 주석이나 니켈이 함유된 것이 있어서 이런 합금으로 만든 동기(銅器)는 자연동보다 훨씬 단단하고 강해 더욱 편리했다. (청동이란 구리와 주석의 합금으로 주석의 함량이 많을수록 합금의 경도가 높아진다.) 청동기는 고대 사회를 규정하는 중요한 유물로 위정자들만이 가질 수 있는 것이어서 청동 단검은 더욱 중요한 위치를 차지했다.

청동기는 은대 이후 크게 발달하기 시작했다. 구리는 금속 중에서도 너무 무른 편이라 무기나 도구로 사용하기 어려운 데 비해, 구리를 주석이나 아연(鉛)을 섞어 만든 합금으로서의 청동은 강도가 세 배가량 높아져 일찍부터 무기, 제기 등을 거쳐 농기구의 제작에도 청동이 사용되기 시작했다. 이미 약 1,000도의 열을 내어 흑도(黑陶)를 굽고 있던 고대 중국인들은 그보다 온도를 더 높여 청동을 주조

하는 기술을 일찍부터 개발하고 있었다. 동주시대의 청동 제련, 주조기술은 빠르게 성장했다. 이 시기의 수공업 기술을 다룬 『주례고공기(周禮考工記)』는 종(구리5 주석1), 도끼(구리4 주석1), 창(구리3 주석1), 칼날(구리2 주석1), 화살촉(구리3 주석2), 거울(구리1 주석1) 등 여섯 가지 청동기 제작의 합금비율(金六劑)을 상세하게 기술하고 있다. 전쟁이 빈번했던 탓에 병기의 주조가 발전했는데 특히 오(吳)나라와 월(越)나라의 보검은 예리한 칼끝으로 천하에 이름을 떨쳤다.

춘추전국시대 말부터 중국은 제철 부문에서도 독보적인 기술을 선보이는데, 수직용광로가 주철을 제련하는 주요 설비로 자리 잡게 된다. 쇠를 녹이는 기술은 고대 중국 강철 제련에서의 중대한 발명으로 간편하면서도 효과적인 제련기술이다. 탄소 함량이 높은 가단주철에 열을 가하여 반 액체 상태로 만든 후 철광석 가루를 넣어 뒤집어서 반죽하는 작업을 되풀이하면 주철 속의 탄소 원소가 계속 침출되고 산화되어 중탄소강 또는 저탄소강을 얻을 수 있다. 만약 뒤집어 반죽하는 작업을 계속하면 탄소 함량이 더욱 낮은 연철(軟鐵; 탄소를 0~0.2퍼센트 함유한 쇠)을 만들 수 있다.

한나라 때의 『태평경(太平經)』에는 쇠를 녹이는 기술이 명확히 기록되어 있으며 하남성(河南省) 공현(鞏縣)의 고대 제련 유적지에서도 이 기술로 제작된 쇠 동전과 쇠를 녹였던 용광로가 발견되었다. 특히 한나라에 이르러 국가가 경영하는 제철 작업장의 기술이 더욱 정밀해지면서 주철의 대량 생산이 가능해졌다. 용광로의 바람을 일으키는 풀무는 가죽으로 제작되었다. 이 풀무는 한나



라 때 한 단계 더 업그레이드되어 피혁으로 제작된 바람주머니와 목제 골조로 구성되었는데, 바람이 들어가고 나오는 입구가 있다. 여러 개의 풀무를 연결하여 사용하면 풍량이 늘어나 화력을 높일 수 있어서 용광로의 온도를 섭씨 1,200도 정도까지 신속하게 올릴 수 있었다.

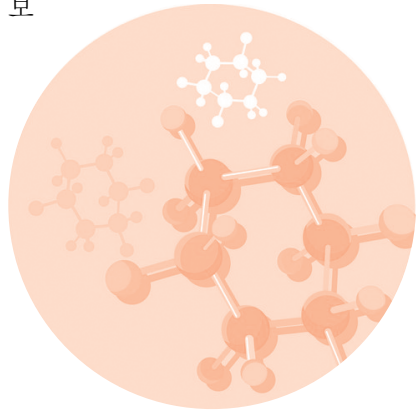
중국의 것에서 찾아볼 수 없는 한국 청동기 기술의 특징은 청동기의 성분에 아연이 혼합되어 있다는 것이다. 구리와 주석의 합금인 청동은 주석의 양으로 그 굳기를 조절한다. 여기에 납을 넣어서 표면을 매끄럽게 하고 아연을 섞어서 황금 빛의 재질이 좋은 ‘아연-청동 합금’을 만든다. 보통은 구리 75퍼센트와 주석 25퍼센트 정도를 합금하는데, 한국 청동기에는 초기 것부터 아연이 포함되어 있었다. 그런데 아연은 섭씨 420도의 비교적 낮은 온도에서 녹기 시작해서 섭씨 950도가 되면 수증기가 되어 날아가버리는 금속이다. 그래서 섭씨 1,000도까지 가열된 구리와 주석에 아연을 섞어 주물을 만드는 일에는 특별한 기술이 필요하다. 중국에서는 이러한 아연-청동 합금이 한나라 이전에는 거의 찾아볼 수 없고 송(宋)나라 때까지도 드물게 나타난다. 즉, 중국의 높은 기술로도 기원전 1세기경까지 실용화되지 못했던 것을 우리는 기원전 7~5세기경에 이미 만들어냈다.

한국 청동기의 특징은 청동뿐만 아니라 거푸집 기술에서도 나타나고 있다. 중국은 대부분 진흙 거푸집을 사용했던 데에 비해 한국에서는 돌 거푸집을 많이 썼다. 이 돌 거푸집은 나중에 활석 거푸집으로 발전한다. 활석 거푸집은 주조물 표면의 질이 뛰어나고 수명이 반영구적이라는 점에서 오늘날의 금속 거푸집, 즉 금형과 가장 비슷한 것으로 평가받고 있다. 그밖에도 한국의 옛 청동기 기술자들은 밀랍 거푸집 등을 적절하게 사용해 훌륭한 청동기를 만들었다. 따라서 우리의 청동기문화는 토착 기술의 전통 위에 다른 북방계 문화를 수용해서 새로운 접목과

변용을 시도한 수준 높은 기술을 가지고 있었다. 그리고 철기문화로 연결되어 삼국시대의 과학기술을 발전시키고 일본에 우수한 문화를 전파했다.

철기는 주조(Casting Iron)와 단조(Forging Iron)의 방법으로 제작되었다. 주조법은 청동기와 마찬가지로 돌 거푸집에 쇳물(선철)을 부어서 만드는 기술이고, 철을 두드려 만드는 기술은 단조법이다. 단조법은 철을 반쯤 녹인 상태에서 두드리면서 불순물을 제거하고 철을 강하게 만든다. 이 방법을 쓰기 위해서는 용광로, 풀무, 망치, 집게, 모루 등의 장비가 필요하다. 삼국시대에는 이 두 가지 방법이 다 사용되었지만 지금처럼 철광석을 제련해서 철을 만들지는 못했다. (철광석은 구리광석이나 주석광석과는 비교할 수 없을 정도로 높은 온도에서 녹기 때문에 당시의 기술로는 어려웠다.) 대신 철광석보다 열에 잘 녹는 사철을 바닷가나 호숫가, 강바닥에서 채취해 철로 제련했다. 낙동강 일대에는 품질이 좋은 철이 많이 났고, 그곳에 자리 잡았던 변한(弁韓)은 제련기술이 발달했다. 변한의 기술자들은 철정이라는 덩이쇠를 만들어 낙랑과 일본에 많이 수출했다.

철제 농기구가 널리 쓰이기 시작한 것은 삼국시대인 4~6세기에 이르러서이다. 이 시기에 들어서야 비로소 보습이나 따비 등과 같이 갈이 도구, 팽이나 쇠스랑 등과 같이 땅을 고르는 도구, 호미나 살포 등과 같은 풀 뽑는 도구, 낫과 같은 추수 도구를 고루 갖추고 농사를 지었다. 또한 도끼와 칼, 끌과 대패, 톱의 제작은 건축기술의 발전을 가져왔다.



2. 농법의 진보

중국은 광활한 영토와 방대하고 비옥한 토지를 가지고 있다. 여기에 일찍부터 벼, 밀, 수수, 조 등의 씨를 뿌리고 심기 시작했다. 은나라 때의 파종은 흩어 뿌리던 원시적인 ‘산파법’을 개량하여 밭이랑과 이랑 사이에 일정한 간격을 만드는 ‘조파(耨)’를 했다. 또 서주시대에는 잡초를 없애고, 밭을 깊게 갈았으며, 밭이랑을 넓게 했다. 이때에는 매년 경작하는 토지 중 3분의 1을 돌아가면서 쉬게 하는 ‘윤경법(輪耕法)’의 기원이 된 ‘삼포제(三圃制)’도 시작했다. 또한 수수, 피, 삼, 보리, 콩 등 다섯 종류를 섞어서 파종하여 이들 중 한두 종류가 재해를 만나 수확을 못 하더라도 나머지는 재해를 피할 수 있게 했다.

서한시대 범승지(范勝之)는 밭을 크고 작은 조그만 구덩이로 나누어 재배하는 ‘구전법(區田法)’을 제창했다. 파종하는 곳에는 1척(33센티미터) 깊이의 고랑을 파고 부패한 식물을 비료로 넣어주었다. 또 조과(趙過)는 돌아가면서 경작하는 ‘대전법(代田法)’을 시도했다. 밭에 넓고 깊게 1척 깊이의 고랑을 파서 그 속에 각종 곡물을 심고 싹이 나면 성장 속도에 따라 묘목에 흙을 북돋아주었다. 여름철이 되면 밭고랑에 뿌리가 깊이 박혀 바람과 가뭄을 견딜 수 있었다. 첫해의 고랑은 다음 해에 이랑으로 변하고 첫해의 이랑은 다음 해에 고랑으로 변한다. 이렇게 고랑과 이랑을 서로 바꾸면서 깊게 갈아 거의 곱절의 수확을 얻을 수 있었다.

범승지는 또한 “눈 속에 종자를 두었다가 파종하면 두 배 이상의 수확을 거둘 수 있다”고 했다. 중국의 서북 일대에서는 지금도 보리 파종에 이 방법을 사용하고 있다. 동지 이후 파종하기 전에 종자를 눈 녹인 물과 섞어 49일간 담가두는데, 이를 ‘칠칠소맥(七七小麥)’이라고 부른다. 이러한 ‘춘화법(春化法)’과 비슷한 ‘최청(催靑)’은 바깥의 조건, 특히 온도를 이용하여 생물의 발육 단계를 조절하는 것



이다. 이로 인해 병충해와 추위에 대한 저항력이 높아졌다. 이 방법은 먼저 오곡의 파종에 이용되었고 후에 점차로 채소 및 기타 농작물에까지 확산되었다. 최청은 동물의 각종 부화에도 이용되어 ‘누에깨기 최청’도 있다.

『범승지서』는 서한 시기의 중국 북방 특히 관중지방의 경작 제도에 관해 종합해서 쓴 책으로 경작 원리의 기본 방법과 원칙을 담았다. 예를 들어 경작하

기에 가장 좋은 시간은 비가 오기 전이나 온 후인 취시(趣時), 토양의 비옥함과 습기를 유지하는 무분택(務糞澤), 땅을 일구고 잡초를 뽑고 평평하게 하여 토양을 부드럽게 만드는 화토(和土), 제때 풀을 뽑고 제때 거두어들이는 조서조확(早鋤早穫) 등이 들어 있다. 또한 조, 보밀, 벼, 팔, 겨울밀, 콩, 대마와 들깨를 포함한 10여 종 작물의 재배법과 각종 섬유 작물에 대해서 기록해놓았다. 부식(副食)에 관한 내용도 다루었다. 뿐만 아니라 모든 작물의 종자 고르기에서 파종, 수확, 저장에 이르기까지의 방법을 정확하게 서술했다.

우리는 이랑에서 작물을 재배하고, 제초를 철저히 하는 것을 지극히 당연하게 생각하고 있다. 그러나 이 일은 실제로는 유럽의 경우 18세기가 될 때까지 행해지지 않았던 작업들이다. 중국인들은 적어도 기원전 6세기에는 이를 시행했으며, 따라서 농업의 가장 실제적인 면에서 보면 중국은 서양보다 무려 2,200년이 나 앞섰다. 기원전 3세기의 『여씨춘추(呂氏春秋)』에는 다음과 같은 기록이 있다.

“이랑을 만들어 작물들을 기르면 서로 성장을 방해하는 일이 없으므로 결실이 빠르다. 가로 이랑은 반듯반듯하게, 세로 이랑은 기술적으로 만들어야만 한다. 열이 똑바르면 바람이 조용히 빠져나가기 때문이다.” 처음에는 고랑을 따라 손으로 씨를 뿌리고 두둑을 세웠다. 기원전 1세기에는 다혈식(多穴式)의 씨뿌리기 기계가 등장하여 씨를 조파(줄 따라 뿌림)하는 비율이 증가했다. 그와 더불어 능률적인 제조 기술도 전파되었다.

기원전 5~6세기경 중국에서는 금속 가공법이 독자적으로 발달함으로써 주철로 된 쟁이가 보급되었다. 주철 중에서도 잘 깨지지 않는 가단주철(可鍛鑄鐵)이 개발된 기원전 3세기경에는 쟁이를 비롯한 모든 농기구의 수명이 현저하게 연장되었다. 그 후 기원전 1세기경에는 개량형 쟁이가 널리 보급되었다. 호미 혹은 개량형 쟁이는 작물에 손상을 주지 않고 주변의 잡초를 제거할 수 있었고, 여러 가지 날을 바꿔 끼울 수도 있었다. 이것은 한마디로 기술의 놀라운 진보였다.

기원전 4세기에는 틀 모양의 쟁기를 공식적으로 장려했다. 견고한 네모꼴 틀의 구조와 고성능이면서 강하고 무거운 보습, 새로운 발토판 등은 그것만으로도 다른 어떤 지역보다 대단히 진보된 것이었다. 하지만 아마도 그 이상으로 중요했던 것은 쟁기 날과 쟁기 자루의 간격을 자유롭게 조절함으로써 경작의 깊이를 정확하게 조절할 수 있었던 조절 가능한 쟁기 버팀목을 활용한 것이었다. 이 새로운 조절기술에 의해 농민은 이제 어떤 상태의 흙에도, 어느 계절에도, 여러 가지 기후 조건과 작물에 맞추어 쟁기를 갈아 끼울 수 있게 되었다. 쟁기는 이제 만능 도구가 된 것이다.

기원전 1~2세기에는 네 종류의 발토판이 쟁기에 이용되었다. 발토판은 흙의 표면보다 위에서 쟁기가 휘어진 부분으로, 일구어낸 흙을 한쪽으로 조용히 뒤엎

어 말끔한 이랑을 만듦으로써 작업을 원활하게 진척시킨다. 발토판과 보습의 사이는 매끄럽게 이어져 있다. 발토판의 형태와 각도는 다양하기 때문에 거기에 따라 흙을 뒤엎는 방식과 떨어지는 방식이 여러 가지로 달라진다. 이 중국식 쟁기는 잉글랜드에서 스코틀랜드로, 네덜란드에서 미국과 프랑스로 전파되었고, 19세기에는 강철 구조를 사용한 근대식 쟁기가 탄생했다. 유럽의 농업혁명에서 이보다 더 중요한 것은 없었다.

화북(華北) 지방에서는 적어도 3,000년 전에 누에치기가 이루어졌지만 강남 지방에서는 한나라 때에야 누에치기와 모시삼의 이용 방법이 보급되었다. 고대 화북 등지의 뽕나무 종류는 대체로 꾸지뽕나무, 비술나무, 산유자나무 등이었다. 현재에도 요동, 요서, 산둥, 사천 각처의 구릉지대에서는 고대의 산유자나무 누에치기를 주요 부업으로 삼고 있다. 남북조시대 이후 중원 지역은 빈번한 패권 다툼으로 뽕나무밭이 거의 파괴된 반면 강남 지역은 잠사사업이 주요 수입원이 되었다. 후위는 170년간 적극적으로 농사를 권장하고 양잠을 부과하는 권농과상(勸農課桑) 정책을 진행시켜 북방을 통일했다.

이때 가사협(賈思勰)은 12만여 자 10권 92편으로 구성된 『제민요술(齊民要術)』을 저술했다. 이 책은 각종 농작물, 채소, 과수, 대나무 등을 과학적으로 분류하고 그 재배법을 담았으며 가축, 가금(家禽)의 사육, 농산품의 가공과 양조, 저장과 부업 등도 설명했다. 이 책에 기술된 지리적 범위는 황하 중·하류 지역으로 가뭄 지구의 경작과 곡물 재배 방법부터, 과수 접붙이기 기술, 가축·가금의 거세 사육과 여러 종의 농산품



가공 경험, 토지 이용 및 돌려짓기(윤작), 촘촘히 심어 가꾸는 정경세작(精耕細作), 종자 선별, 토지의 습기 유지를 위한 견해에 이르기까지 다양하다.

원(元)나라 때 사농사(司農司)에서 편집한 『농상집요(農桑輯要)』는 고대부터 원나라에 이르기까지의 방대한 분량의 농서를 편집한 것으로 작물 재배, 가축, 가금, 양잠, 양봉의 사육 등을 설명하고 있으며, 특히 면화와 저마는 풍토에 따라 재배가 제한되지 않는다고 했다. 같은 시기에 왕정(王禎)이 지은 『농서(農書)(37권)』 역시 면, 마 등 경제 작물을 심을 것과 농기구의 개량을 제창하고 있다.

명(明)나라 말 서광계(徐光啓)의 『농정전서(農政全書)』 역시 우수한 농학 저술이다. 『농정전서』는 60권 12부분의 50여만 자에 걸친 방대한 저술로 역사적으로 농업 생산, 농업정책과 관련 있는 옛날 서적 『경사전고(經史典故)』와 여러 사람의 의론(議論)을 소개했고 북방 특히 북경, 천진 지구의 둔병(屯兵)과 황무지 개간을 주장했다. 내용은 토지 이용, 각종 경작 방법, 농전 수리, 농사 기구, 농사철, 개간, 재배 총론(나무 가꾸기, 누에치기, 가축 기르기, 물고기 기르기, 꿀벌치기, 집짓기, 가정 일용기술 등)을 포괄하고 있으며, 흉년에 백성을 구하는 역대 구황(救荒) 정책과 조치를 상세하게 고찰하고 있다. 그는 흉년이 드는 시기인 황년(荒年)은 야생식물로 해결이 가능하다고 하면서 책 속에 400여 종의 야생식물을 직접 실험하여 밝히고 있다.

서광계는 춘추시대부터 명나라 만력(萬曆)시대 이전까지 메뚜기가 끼친 재해 역사를 기록하고 분석하기도 했으며 흉년이 드는 것을 철저히 막기 위해서는 수리 시설을 대대적으로 강화해야 한다고 했다. 즉 서북 지역에서 막대한 운송 노동력과 비용을 낭비해가며 동남 지역의 식량을 운송해오는 것보다는 서북 지역의 황무지를 개간하고 수리시설을 건설하여 서북 지역을 식량 생산기지로 만드는 것이 낫다는 것이다. 『농정전서』는 중국 고대농업 과학기술을 집대성한 저서로 백

성들의 노동과 생산, 발명, 농학, 식물학 관련 지식을 다루었을 뿐만 아니라 초기 곤충학 지식과 서양의 수리 원리 및 새로운 방식의 양수 기구 등도 싣고 있다.

3. 양잠술과 비단 생산

누에는 뽕잎을 먹이로 하는 야생 곤충인데, 누에를 길들이기 전부터 사람들은 실을 뽑아 쓰는 법을 알고 있었다. 야생누에가 길들여지기까지는 상당히 오랜 기간이 걸려 약 5,000년 전 무렵에야 누에를 집에서 키울 수 있었다. 갑골문에는 누에, 뽕나무, 견사, 비단 등의 글자뿐 아니라 뽕나무 신에게 제사를 올리고 관리를 파견하여 누에치는 일을 감독하는 것과 관련된 글이 보인다. 이후 양잠업은 북쪽 지방에서 크게 발전했다. 춘추시대에 편찬된 『시경』에서는 아녀자들이 뽕잎을 따서 누에를 치는 바쁜 모습을 생동감 있게 묘사하고 있다. 중국은 세계에서 제일 먼저 비단을 생산한 나라로 일찍이 기원전 2000년 전에 누에고치에서 실을 켜는 물레인 ‘소차(繰車)’와 베틀에 딸린 씨를 푸는 ‘기저(機杼)’를 발명했다.

『회남자』에서는 고대 중국인들이 처음에는 풀솜실인 ‘괘사루(絺縹縹)’로 원시적인 비단을 만들었다고 기록하고 있다. 이후에 간단한 직기가 발명된 후 대량 생산이 가능했다. 『시경』 「소아편」 대동에는 베틀의 북인 ‘저유(杼柚)’에 대한 기록이 있다. 이런 방직기는 끊임없는 개량을 거

치면서 마침내 한나라 진보광(陳寶光)의 부인이 ‘제화기(提花機)’를 만들었다. 제화기는 120개의 발판인 ‘섭(攝)’을 이용하여 60일이면 꽃 비단한 필을 만들었다. 제화기는 날이 갈



수록 더욱 간단하게 진보되었다. 발판인 섭 역시 감소해 삼국시대 때에 마균은 12섭을 완성했고, 남조 때에 일반적으로 2섭을 사용했다. 이런 개량된 제화기는 방직품을 더욱 정교하게 만들었고, 사용하기에도 더욱 간단하고 편리하여 빠르게 각지로 보급되었다. 이후의 방직기는 모두 이런 제화기를 개량한 것이다.

비단이 생산되기까지는 여러 단계를 거친다. 먼저 누에를 쳐서 누에고치를 생산해야 한다. 누에치기는 그 자체가 환경 사이클에 적합하다. 즉, 누에로부터 나오는 부산물은 논에 비료로 사용되며 뽕나무는 관개수로의 독이 침식되는 것을 막아준다. 다음은 거미줄같이 가는 실을 누에고치에서 뽑고 두세 줄의 실을 꼬아 명주실을 만든다. 이 실은 사용하기 편리하게 적당한 크기의 실감개에 감고 여러 가지 다양한 방법으로 처리한다. 즉, 명주실을 길게 꼬아서 여러 개의 실을 함께 꼬는 방사과정과 색상을 내는 염색과정을 거친 후 직물을 짠다.

비단을 짜기 위해서는 먼저 고치에서 실을 켜야 한다. 고치는 같은 크기의 것들을 골라 물에 충분히 적신다. 물에 젖지 않은 고치는 물 위에 뜨기 때문에 충분히 삶아지지 않는다. 고치를 삶으면 실 사이의 간격이 부풀어 올라 실이 풀려나 오게 된다. 고치의 실을 풀기 위해서는 실 끝을 찾는 게 중요하다. 고치실 마디는 벚짚으로 만든 솔로 툭툭 빚어내면 그 끝이 솔에 걸려 올라오는데 그 실 끝을 끌어올린다. 보통 7~9개의 고치에서 풀려나온 실을 실 모으개를 통해 한꺼번에 열레에 감는다. 실을 꼬아 튼튼하게 만드는 기구도 있다. 이렇게 얻어진 명주실은 베틀에서 비단 천으로 짜낸다.

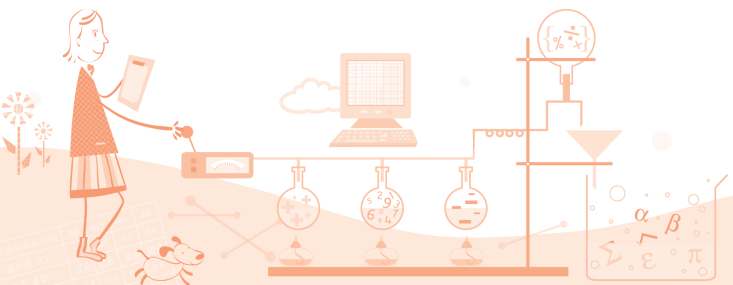
뛰어난 날염기술, 오색찬란한 무늬, 빛깔 및 품종을 바탕으로 비단은 황제와 문무대신의 위용을 드러내고 여인의 아름다움을 돋보이게 하는 최고의 물건이 되었다. 장건이 서역을 개척한 후 비단은 중국의 주요한 대외 교역품이 되었다.



중국의 비단은 자급자족이 가능했을 뿐만 아니라 독일, 페르시아와 유럽 사람들이 제일 좋아하는 상품이 되어 팔려나갔다. 1300년 무렵 중국의 비단 공업은 세계에서 가장 발달했다. 견직물 무역은 아시아와 유럽의 대륙 교통로 ‘비단길(絲綢之路)’을 발달시켰다. 비단은 휘황찬란한 동방 문명을 대표했다. 누에알과 양잠 방법은 3,000년 전에는 한국으로 2,000년 전에는 일본과 베트남으로 1,600년 전에는 중앙아시아 여러 나라로 퍼져나갔다.

그동안 중국은 비단 생산의 비밀을 지키기 위해 누에, 누에알, 뽕나무 씨앗을 중국 밖으로 내가는 것을 금했다. 그러나 14세기부터 이탈리아에 누에치기가 퍼졌으며 북부 이탈리아의 베네치아, 루카, 피렌체 같은 도시들은 비단 브로케이드(Brocade)와 비단 벨벳으로 유명해졌다. 한때 이탈리아가 정치적으로 불안해지자 비단 직조공들은 프랑스로 이주했고 리옹과 그 주변 지역이 새로운 양잠업의 중심지가 되었다. 또 16세기 후반에는 종교 박해를 피해 옮겨간 영국의 매클리스필드와 스피틀필드가 비단의 중심지가 되었다.

18세기 초 일본에서는 누에알의 전문적인 거래가 이루어졌다. 농민들은 누에 양육 전문가로부터 누에알을 구매했는데, 누에알 생산자들은 선별 양육이라는 연속과정으로 누에알의 품질을 개선했다. 일례로 사토 도모노부는 각종 누에나방을 키우는 기술을 습득하여 당시의 유행에 맞는 색깔과 감촉의 누에실을 뽑아내는 잡종누에를 생산했다. 누에농가는 시행착오와 계획된 실험을 통하여 누에



치기 기술을 개발했다.

19세기까지 일본 비단 생산업자들은 매우 간단한 실감개를 사용했다. 누에실을 손으로 꼬아 목제 감개에 감는 방법이다. 직조공들이 직물에 복잡한 모양을 만들 수 있고 발로 구동하는 큰 키 직조기(다카바타)가 16세기 후반에 중국의 비단 장인들에 의하여 항구도시 사카이에 들어왔다. 이 직조기는 다시 교토(京都)의 니시진(西陣) 지역으로 전파되어 그곳의 비단 제조기술발전에 큰 공헌을 했으며 에도시대의 후반부에는 훨씬 복잡한 밀대식 직조기(가라비키바타)의 개발을 촉진했다. 시장이 제한되고 계급이 엄격히 구분되는 일본에서 부의 창출은 대량 생산보다는 전문화되고 기준에 맞는 다양한 제품을 생산하는 데 있었다. 결국 에도시대의 비단제조업에서 가장 놀라운 발전은 원자재의 가공에 있지 않고 누에치기 자체에 있었다.

비단은 피브로인, 세리신의 단백질로서 양모나 머리카락처럼 알파-아미노산(α -Amino Acid)으로 이루어져 있다. 즉, 비단은 좌우 양끝에 산기(Acid Group: COOH)와 아미노기(Amide Group: NH_2)가 있는 한 종류의 아미노산 단위가 반복된 것으로 알파-아미노산 중 가장 작은 곁가지를 가진 글리신(Glycine), 알라닌(Alanine)과 세린(Serine)의 세 가지 아미노산이 비단의 약 85퍼센트를 이루고 있다. 또 비단의 단백질 사슬과 단백질 사슬 사이에 형성된 인력은 서로를 끌어당겨 접히고 주름진

판 구조를 형성한다. 규칙적으로 반복되는 주름진 판 구조에 속하는 아미노산의 작은 곁가지들은 신축성, 광택, 부드러운 촉감을 제공하고, 주름진 판 구조에 속하지 않는 아미노산의 곁가지들은 섬광, 염색성을 제공한다.

4. 도자기

도자기는 도기(陶器)와 자기(瓷器)가 합쳐진 말로 도기는 도토(陶土), 즉 우리가 흔히 찰흙이라고 부르는 붉은색의 진흙으로 구운 것을 말하고 자기는 자토(瓷土), 즉 불순물이 섞이지 않은 희고 고운 찰흙으로 구워 만든 것을 말하는데, 자기는 도기가 어느 정도 발전한 후에 나타난 산물이다.

중국 도자기의 역사는 8,000년에 이른다. 중국 도자기는 여러 시대를 거치면서 발전의 발전을 거듭했다. 토기는 와질토기(瓦陶; 회색 토기), 검은간토기(黑陶), 백색 토기(白陶)에서 무늬를 넣은 경도(硬陶), 채문토기로 발전한다. 초창기 토기로 가장 유명한 작품 중 하나는 진시황릉 부장품 갱에서 출토된 병마용(兵馬俑)이다.

다음 시기에 유명했던 도자기는 당삼채(唐三彩)이다. 당삼채는 당나라의 채문토기 공예품으로 주로 노란색, 녹색, 흰색의 유약을 칠해 만들었기 때문에 당삼채라고 불린다. 당삼채에는 말, 낙타, 여인, 용머리 잔, 악기 타는 인형, 배개 등이 있다.

마지막으로 더 꼽아볼 만한 도자기는 자사(紫砂) 도자기이다. 자사 도자기란 자줏빛의 점토로 만든 유약을 바르지 않은 도자기이다. 철의 함량이 높은 자줏빛 점토를 섭씨 1,200도의 고온에서 구워 만든 것으로 외관이 정교하면서 곱고 감촉이 부드러우며 매끄럽고 윤이



난다. 강소성(江蘇省) 의흥(宜興)에서 나는 찻주전자는 열에 강하고 차를 우려내면 차향이 오래가며 차 본연의 맛을 음미할 수 있음은 물론, 하루가 지나도 맛이 변하지 않는 장점이 있다.

일반적으로 자토는 고령토(高嶺土), 석영(石英), 장석(長石), 막래석(莫來石) 등을 함유하고 있으며 철의 함량이 낮고 섭씨 1,200~1,300도의 온도에서 굽는다. 표면에 칠한 유약은 반드시 자기와 함께 고온에서 굽는데, 이 과정을 거치면 자기는 백색을 띠게 되고 강도가 우수해진다. 또한 흡수성은 거의 없고 있더라도 흡수율은 1퍼센트 이하이며 두드리면 금속성 소리를 낸다. 납 유약의 등장과 청자와 백자 기술이 경쟁적으로 발전을 거듭한 후, 기술이 무르익은 청자가 자기를 주로 대표하게 되면서 중국 자기는 빠르게 발전 단계로 접어들고 송나라 때에는 전성기를 맞았다.

이 무렵에는 정(定), 요주(耀州), 군(鈞), 자주(磁州), 용천청자(龍泉靑瓷), 경덕진청백자(景德鎮靑白瓷)의 6대 요(窯: 가마)가 있었는데 모두 민간 요로 시장의 수요를 대기 위하여 제품을 생산했다. 왕실용 도자기를 생산하는 5대 관요(官窯)는 여요(汝窯), 가요(哥窯), 정요(定窯), 군요(鈞窯), 경덕진요(景德鎮窯)로서, 여요는 청자(靑瓷), 가요는 개편(開片), 정요는 백자(白瓷), 군요는 요변(窯變), 관요는 분청(粉靑), 경덕진요는 영청(影靑)으로 유명했다. 그 밖에도 북방의 자주요(磁州窯), 남방의 길주요(吉州窯) 등의 민요가 빼어난 자태와 소박한 품격으로 민간에서 크게 사랑받았다. 이렇듯 송나라의 도자기공예는 역대에 누적된 공예기술을 바탕으로 비약적인 발전을 이루었다.

명청시대의 자기 생산은 경덕진(景德鎮)을 중심으로 활발하게 이루어졌다. 예를 들어 영락연간(永樂年間)에는 압수배(壓手杯), 선덕연간(宣德年間)에는 청화자기, 성화연간(成化年間)에는 청화가채(靑畫加彩)와 계강배(鷄缸杯), 홍치, 정덕연간(正德年間)에는 단

색유(單色釉)자기, 가정과 만력연간(萬曆年間)에는 수출용으로 만든 외소자(外銷瓷)가 특히 유명했다. 이들 자기는 ‘종이처럼 얇고 거울처럼 밝으며, 눈처럼 하얗고 종소리처럼 영롱했다’.

7,000~8,000년 전 신석기 시대의 빗살무늬토기(節目文土器)로부터 시작된 한국 전통 도자기의 생산은 삼국시대에 이미 벌써 1,200도 이상의 온도에서 환원분위기로 구워내는 고도의 수준에 이르렀다. 그 생산량의 정도를 고분에서, 특히 신라와 가야 고분에서 대량으로 발견되었다. 삼국시대 때에는 토기 표면에 연유계(鉛釉系)인 녹유(綠釉)토기와 갈유(褐釉)토기가 발달한다. 이러한 국내 기술을 토대로 고려청자는 9세기경에 중국 절강성 월주요(越州窯) 청자기술의 영향을 받으며 시작되었다. 중국의 청자와 기형, 굽받침과 문양에서 유사성을 나타내는 발전기를 거쳐서, 12세기 중반부터 13세기 초반까지는 비색(翡色)과 부드러운 곡선과 상감기법의 창안으로 고려 특유의 청자를 완성시키는 절정기를 맞는다. 반 건조된 도자기 태토를 무늬대로 파내고, 파낸 곳을 알루미나(Alumina)가 많이 들어 있는 백토와 철분이 많이 들어 있는 붉은 흙으로 메꾸어 초벌구이를 하면 하얀색과 검은색으로 발색한다. 이 위에 유약을 시유하여 다시 소성한다. 흑상감과 백상감에 의한 학, 구름, 꽃, 버드나무와 오리 등으로 우아하게 장식된 청자는 그야말로 걸작 도자기이다.

이후 까다로운 상감 장식이 손쉬운 인형 장식으로 바뀌면서 실용성과 기능이 강조된 기형으로 서서히 변형해 조선 초기의 분청사기로 발전 계승되었다. 조선의 백자와 청화백자가 다시 중국의 영향을 받았음을 나타내는



반면 여러 종류의 분청사기는 대체로 한국민의 소박성, 자유로움, 멋을 나타내고 있다.

임진왜란 때 조선 정벌에 나섰던 일본 규슈(九州) 아리타(有田) 지방의 영주였던 나베시마 나오시게(鍋島直茂)는 조선에서 무려 156명의 조선 도공을 일본으로 끌고가 상당한 대우를 해주었다. 조선의 장인들은 아리타 마을 근처의 산악 지역에 풍부했던 새로운 도자기 재료인 고령토를 발견하고 이를 개발했다. 아리타의 도공들은 17세기 무렵 어려운 실험을 거쳐 중국의 다채식 자기의 화려한 장식과 경쟁할 수 있는 유약을 개발했다. 17세기 후반기에 아리타의 도자기는 일본의 몇 안 되는 주요 수출 품목의 하나가 되었다. (당시 도자기 제조는 산업의 중추였으며 백자를 빚을 줄 아는 조선의 도공은 세계 최고의 하이테크 엔지니어였다.) 이 마리아키(伊万里焼)로 알려진 이러한 도예품은 히젠(肥前)에서 나가사키(長崎)로 운반되어 그곳에서 네덜란드 상인에 의해 세계 각지로 수출되었다.

사쓰마(薩摩)에서도 나에시로(苗代) 강변의 조선인 도예촌이 이 같은 공헌을 했다. (1653년에 네덜란드 동인도회사를 통해 처음으로 이들이 만든 도자기 2,200개를 유럽에 수출했으며, 1664년에는 4만 5,000개의 도자기를 수출할 수 있었다. 30~40년 동안 200만 개의 도자기가 네덜란드 상인들에 의해 동남아와 유럽으로 수출되었다.) 19세기 초에는 해마다 수십만 개의 도자기가 일본에서 거래되었다. 영주들 수입의 상당한 부분이 도자기 생산과 판매에 대한 세금에서 나왔다.

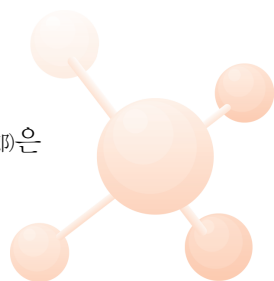
5. 치수

황하는 상류에서 대량의 모래를 싣고 하루까지 흐르는데 상류의 세찬 물결도 하류에 다다르면 완만하게 흘렀기 때문에 바다 어귀에 점차 흩이 쌓였다. 이 때문에 황하 하류는 장마와 함께 무시로 범람했다. 신(新) 왕조의 장옹(張戎)은 물이

흐르는 속도와 모래가 쌓이는 관계를 보고 “물은 낮은 곳으로 흐르며 특성상 흐르는 속도가 빠르면 침식력도 커진다. 따라서 강바닥이 점점 깊이 팽수록 물의 피해도 줄어든다. 황하의 모래를 많이 함유하고 있는데, 물 한 말에 진흙이 여섯 되나 된다. 그렇기 때문에 지금처럼 황하와 위수로 논밭을 관개한다면 물의 흐름은 느려지고 모래가 강바닥에 쌓인다. 따라서 물이 불어나면 곧 범람한다. 그리고 제방을 막으면 모래가 쌓여 강바닥이 지면보다 높아져 아주 위험해지기 때문에 황하로 논밭을 관개하지 못하도록 막아야만 강물이 거침없이 흘러 자연스럽게 수해를 방지할 수 있다”고 했다. 이후 “제방을 쌓아 물을 한곳으로 몰아 물의 힘으로 흙모래를 막아내는” 장옹의 이론은 치수의 기본 원칙이 되었다. 가로(賈魯)가 황하를 막는 공사를 진행할 때는 가을 장마철이어서 물이 많고 물살이 급해서 시공하기 대단히 어려웠다. 그래서 그는 돌을 가득 실은 큰 배 27척을 연결하여 강바닥에 가라앉혔다. 이것이 돌배 독인 ‘석선제(石船堤)’이다. 또한 반계훈(潘季訓)은 30년 동안 황하를 네 번 치수하면서 1,500킬로미터의 제방을 쌓았다.

사천분지(四川盆地)로 불리는 성도 평원은 면적이 17만 제곱킬로미터이며, 주위가 3,000~4,000미터의 높은 산으로 둘러싸여 있는 분지이다. 분지 서쪽에는

7,000~8,000미터 이상의 높은 산이 있어 해마다 산의 물과 눈이 성도 평원으로 녹아내려 민강(岷江)은 늘 범람했으며, 장마가 지난 후에는 일부 지방의 가뭄 피해가 극심했다. 기원전 316년 진(秦)나라 혜왕(惠王)이 촉(蜀)나라를 멸망시킨 후 이빙(李冰)을 촉군(蜀郡) 태수(太守)로 임명하자 이빙과 그의 아들 이랑(二郎)은 민강의 지형과 물의 흐름을 세심히 관찰했다. 그런 후 민강이 계곡에서 빠져나와 평원으로 흘러들어가는 관현





(灌縣) 일대에 제방을 쌓았다. 이곳은 시공이 비교적 용이한 지역이었다. 그들은 이 지역에 대나무 광주리(죽룡)에 자갈돌을 가득 담아 제방을 만들어 물줄기를 갈라놓음으로써 물의 흐름을 원활하게 했다. 이 제방을 ‘어취

(魚嘴: 물고기의 주둥이 모양)’라 했다. 어취는 민강을 두 줄기로 나누었는데, 하나는 외강(外江), 즉 민강의 본줄기이고 다른 하나는 내강(內江), 즉 도강(都江)이다.

그리고 내지의 수전관개를 편리하게 하기 위해 내강의 물줄기를 끌어들여 또 하나의 물줄기인 산봉우리 같은 ‘산취(山嘴)’를 뚫었는데 이를 ‘이퇴(裏堆)’라고 했다. 그리고 어취와 이퇴 부근에 물길잡이 공사를 하여 물줄기가 자연스럽게 내강으로 흘러들어 가게 했을 뿐만 아니라, 내외 강수량이 적당히 분배되어 흐르게 했다. 어취의 역할은 봄에 내외강의 수량을 조절하는 것이다. 그런데 여름이 되면 물이 많아져서 물 가르는 역할이 감소되는데, 이때 ‘이퇴’가 두 번째로 물줄기를 나누는 역할을 한다.

그리고 해마다 상강(霜降) 때가 되면 외강의 물이 흐르지 못하도록 막아놓고 강바닥을 정리했다. 그런 후 입춘(立春)이 되면 외강의 제방을 열어놓아 물이 흐르게 했다. 외강의 바닥 정리가 끝나면 다음에는 내강의 물을 막아놓고 강바닥을 정리한 후, 청명(淸明) 때에 다시 내강의 수문을 열어 물이 흐르도록 했다. 이와 같이 내외강의 바닥 정리가 모두 끝난 이후에는 내외강에 동시에 물이 흐르도록 했기 때문에 발갈이에 충분한 물이 제공되었다.

강물을 막을 때는 ‘마사(橋槎)’가 사용되었다. 이것은 세 개의 나무막대기를 묶어 삼각 다리를 만든 것으로 여기에 대나무 광주리에 자갈돌을 가득 담아 물을 막았는데, 이를 ‘압반석(壓盤石)’이라 하여 마사다리를 누르는 데 사용되었다. 여기에 대나무 잎과 줄기, 점토 등으로 채워서 임시로 물 흐름을 차단했다. 마사를 물을 막을 수 있었을 뿐 아니라 수량을 조절할 수도 있었다. 이러한 임시 물 막음 설비는 시공이 간편하다는 이점이 있다.

도강언(都江壩)은 성도 부근의 14개 현 500만 무(畝)의 수전(水田)에 충분한 물을 제공해주었다. 이 때문에 성도 평원은 2,000여 년을 내려오며 줄곧 물자가 풍부한 땅 천부지국(天府之國)이 되었다. 도강언의 관개는 천연적인 지형을 이용하여 수많은 수로를 종횡으로 뚫고, 관개와 배수를 통일시켰을 뿐만 아니라, 수많은 지류에 배까지 통행하도록 했다. 또한 수로를 수리하거나 강바닥을 정리할 때에도 현지에서 자재를 구할 수 있었기 때문에 매우 편리했다.

6. 나침반

선진(先秦)시대의 중국인은 철광을 찾는 중에 자철광, 즉 자석을 자주 만나곤 했다. 『관자(管子)』에는 “산에 자석이라는 것이 있는데 이 자석 아래에는 금과 구리가 나온다”고 쓰여 있으며, 『산해경(山海經)』에도 비슷한 기록이 나온다. 자석의 특징은 아주 오래전부터 발견되었다. 『여씨춘추(呂氏春秋)』 9권 「정통편(精通篇)」에 “자석은 철을 부르거나 또는 끌어들이다”는 내용이 나온다. 그리고 동한(東漢) 초엽인 50년경에는 자석의 자극성을 발견했다. 이후 중국인들은 자석을 길잡이 도구로 이용하기 시작했다.

중국 고대의 나침반인 ‘자남’은 정도 5.5도에서 6.5도 사이의 천연 자석으로,



이 자석철로 만든 ‘순가락’과 점치는 판인 ‘식(械)’으로 구성되었다. 왕충(王充)은 『논형(論衡)』에서 사남의 모습과 형태와 사용법을 기록하고 있다. 사남은 천연 자석 한 개를 통째로 순가락 모양으로 만들었는데 손잡이 부분은 남극을 가리키며 중심은 순가락 밑 부분 정중앙이다. 이 순가락을 매끄러운 지반에 놓는데, 지반의 밝은 네모지고 안은 둥글며 사방에 간지 네 개를 새겨 스물네 방향을 만들었다. ‘사남’의 출현은 자석의 양극 성질을 인식한 사람들이 자석을 실제로 응용한 것으로 볼 수 있다.

중국인들은 길이가 2촌이고 넓이가 2푼인 얇은 철판을 물고기 모양으로 만들어서, 자석화한 ‘지남어(指南魚)’도 만들었다. 이 지남어를 물그릇 위에 띄워놓으면 남북극을 간단하게 찾을 수 있다. 지남어 다음으로 ‘지남침(指南針)’이 나왔다. 지남침이란 자석화된 작은 철심인데 손톱 위나 그릇 가장자리에 올려놓고 돌리거나 혹은 중간 구멍에 가는 줄기를 꿸아 물 위에 띄워놓으면 아주 활발하게 움직이며 남극을 가리켰다. 11세기 말 심괄(沈括)은 밀랍을 입힌 실을 자석 바늘 중간에 꿰어 공중에 달아놓고 회전이 잘되도록 했다.

북송(北宋)시대 증공량(曾公亮)은 『무경총요(武經總要)』에 인공으로 자화(磁化)하는 방

법을 기록해놓았다. 지구 자기장을 이용해 철에 자성이 생기도록 만드는 것이다. 즉, 붉게 달군 철을 자오선 방향으로 놓고 철 분자를 지구의 자기장 방향으로 배열하여 자성을 갖게 했다. 심괄(沈括)은 『몽계필담(夢溪筆談)』에 또 다른 인공 자화법을 설명했다. 당시의 기술자들은 자석을 바늘에 비벼서 바늘이 자성을 갖도록 했다. 이는 천연자석의 자기장 작용을 이용한 것으로, 바늘 내부의 자기(磁區)의 배열을 한 방향으로 만들어 바늘이 자성을 나타내게 하는 방법이다.

사람이 발명되자 급속도로 군사, 농업, 일상생활, 지형 측량 등 다양한 분야에 사용되기 시작했다. 『평주가담(萍洲可談)』에 “밤에는 별을 보고 낮에는 해를 보며 날이 흐릴 때는 나침반을 본다”고 했다. 원대에 이르러 나침반은 항해에서 없어서는 안 될 중요한 도구가 되고, 나침반을 이용한 항해까지 했다. 항해한 후 어느 지점에 도착하고 어느 바늘의 방향을 선택할 것인지 등 항해 내용을 일일이 표시해서 항해의 주요한 근거로 삼았다.

7. 화약 및 화약 무기

중국인들은 ‘연단술(煉丹術)’에서 황과 초를 사용하여 연소될 수 있는 화약을 발명했다. 600년 전후 손사막(孫思邈)은 그의 저서 『단경(丹經)』에서 ‘유황법’과 유사한 화약 처방을 기록하고 있다. “유황 2량, 초석 2량을 잘게 부수고, 세 개의 쥐엄나무인 백각자를 섞어 사기단지 속에 넣고 땅속에 묻어둔 후에, 항아리 입구를 막고 숙탄 3근을 사용하여 굽는다. 만약 이때 조심하지 않아 탄 조각을 단지 속에 떨어뜨리면 화약이 반응해 불이 난다.” 서한 말기 365종의 약물을 기록한 『신농본초경(神農本草經)』에는 유황을 성(性)보존약물인 중품약 중의 제3종에 넣고 있다. 또한 한, 위, 진, 육조(六朝)시대의 ‘단서’에는 유황에 관한 많은 언급이 있다.



이는 유황이 고대 ‘연단술’에서 중요한 위치를 차지하고 있음을 나타낸다.

초석은 화약 속의 산화제이다. 중국인들은 화약의 폭발력 차이는 이 초석 함유량의 차이로 결정되는 것을 알았다. 『신농본초경』에서는 초석을 불로장수약이라는 상품 약의 120종 중 제6종에 넣고 있다. 일찍부터 적열(積熱; 체증이나 소화불량)과 혈어(血瘀; 피멍) 등의 치료에 사용되어 의로 효과를 발휘했기 때문에, 이 초석을 ‘소석(消石)’이라고도 불렀다. 이후에 초석이 전간(간질이나 치매)과 풍현(중풍) 등의 병증에도 치료 효과가 있음을 발견했다.

‘연단’은 ‘단’이라는 불로장생약을 목적으로 했다. 중국 연금술 ‘연단’은 자연에서 일어나는 장기간의 변화들을 짧은 시간과 좁은 공간 속에서 인간의 힘으로 일으키려는 시도였다. 연단가는 초석, 유황, 목탄을 혼합하여 불을 붙이면 극렬한 반응이 나타나는 것을 알았고, 당대의 연단가는 이 세 가지 물질이 아주 쉽게 연소하는 약이 될 수 있다는 중요한 경험을 했다. 불이 나는 약이라고 일컬어지는 이 약이 바로 화약이다. 하지만 화약은 불로장생 문제를 해결할 수 없었으므로 연단가들은 화약에 특별한 흥미를 느끼지 못했다.

화약 제조법이 연단가에서 군사가들의 손에 넘어가면서 화약은 중국 고대 4대 발명품 가운데 하나가 되었다. 송대에 화약은 무기로의 발전을 거듭했다. 『송사

병기(宋史 兵記)』에 의하면 970년 병부 영사 풍계승(馮繼升)이 화전법을 조정에 올렸다. 이 방법은 화살대 앞부분에 화약통을 달아 불을 붙인 후 화약 연소를 이용해 뒤로 뿜어내는 기체의 반작용의 힘을 이용해 화살촉을 발사하는 것이다. 1000년, 송신위(宋神衛) 대장 당복(唐福)은 자신이 만든 불화살, 화구, 화질러 등의 화기를 조정에 바쳤다. 1002년, 기주단연리(冀州團練使) 석보(石普) 역시 불화살과 화구 등의 화기를 만들었다.

화약은 12세기 말경에 이슬람을 거쳐서 서양세계에 전래되었으며 15세기에 접어들면서 화약 무기가 사용되기 시작했다. 화약 무기인 화포는 공성용 무기로 활용되어 성에 의존하던 봉건시대의 전술을 깨뜨렸고 기사 위주로 구성된 중세시대의 기병대는 쇠퇴했다. 이후 꾸준한 기술 개발에 힘입어 화약 무기는 보다 경량화되고 발사 속도가 증가하여 전장의 주요 무기로 자리 잡았다.

8. 종이 및 활자

한자의 최초 형태는 중국 상대(商代)와 서주(西周) 시기에 거북의 등껍질, 동물의 뼈에 문헌을 새긴 ‘갑골문’이다. 갑골문은 상형, 지사, 회의, 가차, 형성, 전주 등 여섯 가지 종류의 한자 구조를 갖추었다. 뿐만 아니라 갑골문은 쓸 때 미적인 아름다움까지 내재되어 있었다. 왼쪽으로 굽고 오른쪽으로 굽고 옆에 쓰고 거꾸로 쓰는 등 형식이 고정되어 있지 않았다. 글자 구조는 네모를 기본 형태로 하지만 여러 크기와 형태로 변화가 가능했다. 당시의 왕들은 미신을 믿었기 때문에 모든 일에 거북의 등껍질이나 동물의 뼈를 가지고 점을 쳤으며 관련 있는 일들을 거북의 앞껍질에 새겨 문서 자료로 왕실사관에 보관했다. 갑골문헌에는 당시의 천문, 역법, 기상, 지리, 주변 나라, 혈통, 가족, 인물, 직업, 정벌, 형벌, 농업, 목축, 사



냥, 교통, 종교, 제사, 질병, 보육, 재앙 등을 아우르고 있다. 갑골문을 쓰는 일은 귀족 중에서도 지식인이 담당했으며 이 사람들을 정인(真人) 또는 무사(巫史)라 불렀다.

약 3,500년 전 중국인들은 거북이 등껍질과 소뼈 위에 문자를 새겼으며 약 3,000년 전 무렵에는 죽간과 목간이 나타났다. 중국인들은 대나무를 몇 푼 너비에 1~2자 길이로 쪼개 죽간 하나에 8~9자에서 30~40자씩 기록한 다음 가죽 끈이나 실 줄로 편(編)을 만들었다. 기원을 전후하여 죽간 대신 비단이 사용되었는데, 비단은 원가가 너무 높아 보급이 쉽지 않았다. 춘추전국시대를 지나 진나라와 한나라의 통일은 문자의 형식을 일치시켰으며, 비단이나 죽간, 목간으로 책을 만드는 것이 점차 보편화되었다. 누에고치는 아교질이 있어 두드리면 그 끈끈한 아교질이 자리 위에 달라붙는다. 이렇게 두드리 실을 뽑은 다음 돛자리의 실을 거두고 나면 자리 위에 가느다랗고 찢뜩찢뜩한 얇은 실들이 붙어 있는데 이것이 ‘혁제’이다. 혁제는 비단보다 훨씬 싸면서도 글을 쓰는 데는 비단과 큰 차이가 없었기 때문에 사람들은 점차 혁제를 많이 사용했다.

동한시대에 채륜(蔡倫)은 나무껍질, 삼 뭉치, 형짚 조각 따위로 종이를 만들었다. 그가 만든 종이 ‘채후지’는 이후 개조를 거쳐 생산량을 많이 늘렸다. 중국의

삼국시대에는 채후지 외에도 벗짚으로 만든 초지, 삼으로 만든 마지, 나무로 만든 각지와 고기 그물로 만든 망지 등이 있었다. 진대(晉代) 이후 경제가 발전하면서 제지술이 장강 유역과 강남 일대에도 전해졌고, 식물섬유를 이용하여 만든 ‘염계등지’가 유명했다. 그리고 대나무를 원료로 종이를 대량으로 생산하기 시작하면서 비로소 비단 대신 종이가 널리 사용되었다.

고려 종이의 원료는 재배하기 쉽고 잘 번식하며 가공하기도 쉬운 닥나무이다. 이 펄프를 햇볕에 말려서 표백한 후 나무 반침대나 돌 반침대 위에 올려놓고 방망이로 두드려서 곱게 뺀 후 나무로 만든 통(죽조)에 넣고 물을 부어 풀어준 다음 점착제를 섞어 잘 휘저어준다. 그런 후 이 펄프를 죽조 위에 놓인 뜸틀발에 붓고 그것을 전후좌우로 흔들어서 얇게 골고루 퍼지게 한다. 그런 후 온돌 바닥에 한 장씩 옮겨서 포개어놓아, 수분을 빼고 건조판에 붙인 다음 햇볕에 말려 완성한다.

먼 옛날부터 동아시아에는 ‘인장’과 ‘탁본’이 널리 사용되고 있었다. 이를 바탕으로 ‘조판인쇄술’이 나타났다. 책 원고의 글자를 다 쓴 뒤 글자가 있는 면을 ‘나무판’에 붙여 글자를 새겼다. ‘조판인쇄’는 한 번 새기면 수백 권에서 수천 권까지 찍어낼 수 있어 문화 전파에 큰 역할을 했다. 그렇지만 판을 새기는 데 힘이 많이 들고 보관에도 큰 공간이 필요하며 형태가 변하거나 썩어서 훼손되기도 했다. 또 조판에 틀린 글자를 발견하면 완전히 새로 새겨야 했다.

1042~1048년, 필승(畢昇)은 찰흙(膠泥)을 이용해 글자를 만들었는데, 한 글자씩 만든 후 불에 구워 굳히는 방법을 사용했다. 나무 재료를 이용해서도 활자를 만들었는데, 나무무늬 짜임새가 어떤 것은 성기고 어떤 것은 조밀하며 비를 맞거나 물이 묻으면 쉽게 불어 모양이 틀어졌다. 이러한 문제를 극복하기 위해서 활자를 ‘쇠불이’로 튼튼하게 만들고 활자를 판에 고착시키는 점착성 물질과 ‘금속활자’



에 잘 묻는 ‘기름먹(유성묵)’을 개발했다. 고려는 ‘송연묵’이라는 ‘유성묵’을 개발함으로써 세계 최초의 금속활자를 발명했다. 15~16세기에는 금속(동)활자가 성행하여 만 권에 달하는 『고금도서집성(古今圖書集成)』을 인쇄하기도 했다.

고려정부는 부처의 힘을 빌려 외적을 물리치기 위하여 1236년 대장경 판각에 나서서 1251년 완성했다. 『팔만대장경(高麗八萬大藏經)』을 간행할 당시 수기(守其)를 책임자로 한 교감자들은 우리나라에서 유통되던 대장경 판본뿐만 아니라 송과 거란의 대장경을 교감하여 『고려국 신조대장교정별록(高麗國 新雕大藏校正別錄)』 30권을 작성했다. 『팔만대장경』은 목판의 재료가 되는 나무의 선정에 주의했고 목판의 준비과정에서는 여러 공정을 가하여 목판의 부식과 트임을 방지했다. 경판의 판각이 끝나면 경판 표면에 먹을 바르고 그 위에 다시 옷칠을 했으며 경판을 견고하게 보존하기 위하여 마구리를 구리판으로 장식한 후 못질했다.

조선의 태종은 목판인쇄의 어려움을 극복하기 위하여 금속활자 인쇄를 적극 추진했다. 1403년에 만들어진 ‘계미자(癸未字)’는 그러한 노력의 결과였다. 조선의 활자 인쇄술은 세종이 즉위한 후 1420년에 두 번째로 개주한 ‘경자자(庚子字)’에서 한 단계 진전되었다. 이때에는 조판용 동판과 활자를 평평하고 바르게 만들어 서

로 맛도록 개량했다. 그 결과 인쇄 중 밀랍을 녹여 사용하지 않아도 활자가 움직이지 않고 잘 인쇄되어 하루 20여 지의 인쇄량에 이르렀다. 1434년의 ‘갑인자(甲寅字)’로 조선의 청동활자 활판인쇄술은 완성되었다. 활자는 큰 글자와 작은 글자를 막론하고 세로의 크기가 서로 같았고 네모반듯했다. 그리하여 옆줄이 정연하게 수평선을 맞추었고, 글자 사이의 공간도 일정하게 유지되었다. 판짜기에서도 대나무와 파지 등으로 빈 곳을 메우는 조립식으로 발전했다. 대형 판본임에도 그 인쇄 능률은 하루에 40여 지를 찍어낼 수 있을 정도로 개량되었다. 갑인자는 조선의 대표적인 관주활자(官鑄活字)로 사용되었다.

세계 최초의 금속활자 인쇄본으로 인정되는 『고금상정예문(古今詳定禮文)』, 현존하는 세계에서 가장 오래된 금속활자 인쇄본인 『백운화상초록불조직지심체요절(白雲和尚抄錄佛祖直旨心體要節; 직지심경)』과 조선왕조의 금속활자 인쇄술 등은 조선의 독보적 인쇄술을 잘 보여준다.

일본의 인쇄술은 16세기 후반까지는 종교서적이거나 중국 고전의 재출판에 한정되어 있었다. 그러나 상인계층의 새로운 부가 형성되면서 서정적인 소설에서부터 풍자에 이르기까지 또는 시에서 백과사전에 이르기까지 온갖 종류의 세속적인 서적의 출판이 활성화되었다. 이동식 인쇄기법

이 이용되기도 했으나 목판인쇄가 일반적
으로 선호되었다. 대도시에는 수입한
중국 작품을 파는 중고 전문서적상과
서점도 생겼다. 상업적인 도서관에서
는 책을 살 여건은 못 되나 독서에 열정
이 있는 사람들에게 책을 대출해주었다. 19세





기의 첫 10년 동안 오사카에는 300여 개, 에도에는 600여 개 이상의 사설 도서관이 있었다. 도시뿐만 아니라 시골을 다니며 글을 읽을 줄 아는 농부들에게 책을 빌려주거나 파는 이동 도서관 서점도 늘어났다.

9. 대운하

수나라는 대흥(大興; 서안)에 수도를 정했는데, 동북 지역과 동남 지역의 양식과 세금을 통제하기 위하여 584년 수문제(隋文帝)는 ‘광통거(廣通渠)’를 뚫다. 광통거는 서북쪽의 위수(渭水)를 끌어들여 동쪽

으로 동관(潼關)을 지나 황하와 연결되어 낙양까지 이어진다. 또한 587년에는 ‘산양독(山陽瀆; 화안) 운하를 뚫는데 이것은 ‘한구(邯溝)’를 전면 수리한 것이다. 그리고 수양제 605년에는 ‘통제거(通濟渠)’를 뚫다. 통제거는 낙양에서 서쪽의 곡수(谷水)와 낙수(洛水)의 물을 끌어들여 동쪽으로 옛 물길인 양거(陽渠)를 따라 황하로 들어간다. 이는 다시 영양(滎陽)에서 북쪽의 황하와 만나고 옛 변하(汴河)의 물길을 따라 개봉(開封)을 거쳐 동남으로 꺾여 흐른다. 그리고 지금의 기현(杞縣), 수현(睢縣)을

지나 상구(商丘)에 이르러 동남쪽으로 기수의 옛 물길을 따라 하읍(夏邑), 영성(永城), 안휘성의 숙현(宿縣), 영벽(靈璧), 사수(泗水), 강소성의 사흥(泗洪), 우이(盱眙)를 거쳐 회수와 합류되어 ‘회남운하(淮南運河)’와 서로 만난다. 통제거는 황하와 양자강을 이어주는 최초의 수리공사로 총 길이가 1,000여 킬로미터이며 수나라 때의 운하 중 가장 중요했다.

610년에는 ‘강남하(江南河)’를 뚫다. 강소성 진강(鎮江)에서 시작되어 상주(常州), 무석(無錫), 소주 등지를 거쳐 항주에 이르는 이 운하는 총 길이가 330여 킬로미터이다. 강남하는 대운하의 최남단으로서 통제거와 서로 이어져 동남 지역 운수의 대동맥으로서 당송시대 이후 중원 지역과 양자강, 회하 지역의 경제문화 교류와 발전을 크게 촉진시켰다.

또 수양제는 100여 만 명의 인력을 동원하여 ‘영제거(永濟渠)’를 뚫다. 영제거는 하남성 북부에 있는 무척현(武陟縣)의 심수(沁水)로부터 급현(汲縣)에 이르고, 청수(清水) 아래의 기수(淇水), 둔수하(屯水河), 청하(清河)를 지나 천진(天津)에 닿는다. 이후 고수(沽水)는 상간하(桑干河)와 만나 탁군(涿郡)에 이른다. 영제거는 지금의 위하(衛河)를 수리하여 낙양과 탁현을 수로로 이어놓은 공사였는데, 항로의 길이가 1,000여 킬로미터로 수나라 동북지역의 양식을 조절하는 동맥이었다. 수나라 시대의 통제거와



영제거, 강남하의 총 길이는 2,400여 킬로미터에 달하며, 이때 이미 대운하의 규모가 갖추졌다. 이 세 개의 운하를 파는 데는 모두 6년이 걸렸다.

원나라는 수도를 대도(大都, 북경)에 정했다. 강남에서 배를 이용하여 곡물을 수송하는 원대의 조운(漕運)은 수나라 때의 운송로를 이용했으므로 돌아야 했다. 즉, 통제거를 거친 후 영제거를 따라 북으로 올라와야 했으며 중간에 육로를 거쳐야 했기 때문에 노력과 시간 및 경비가 대단히 많이 들었다. 이런 불리한 조건을 개선하기 위하여 1283년 쿠빌라이(Khubilai Khan)는 이오가치에게 제령에서부터 황하구에 이르는 ‘제주하(濟州河)’를 파게 했다. 제주하는 문수(汶水)와 사수(泗水)의 두 물줄기가 제주하를 거쳐 각기 남북 운하로 흐르게 했으므로 운하의 수량이 증가했다.

1289년에는 마지정(馬之貞)과 변원(邊源)이 설계하여 ‘회통하(淮通河)’를 뚫다. 회통하는 동평(東平) 부근의 안산(安山)에서 시작하여 수장(壽張), 요성(聊城)을 거쳐 문수를 수원으로 하여 임청(臨淸)에 이른 후 위하(衛河)로 흘러든다. 회통하는 길이가 120여 킬로미터로 남북을 운하로 이어놓아 남쪽에서 오는 물자가 직접 통현(通縣)까지 닿았다. 그러나 회통하 구간은 강바닥의 높이 차이가 14미터나 났다.

또 1292년에는 관수경(郭守敬)의 건의에 따라 ‘통혜하(通惠河)’를 뚫다. 통혜하는 창평(昌平)의 신산(神山)과 옥천(玉泉) 등의 물을 끌어들이며 북경을 지나 통현의 고려장(高麗庄)을 거쳐 백하(白河)로 이어지는데, 길이가 82킬로미터이며 20개의 갑문이 설치되었다. 원나라 시대의 제주하, 회통하, 통혜하의 개통으로 대운하가 완성되었다.

대운하는 총 길이가 1,700킬로미터로 세계에서 가장 일찍 만들어진 가장 긴 인공 강이다. 대운하는 북경에서 시작하여 천진(天津), 임청(臨淸), 제령(濟寧), 회음(淮陰), 강도(江都), 소주(蘇州)를 거쳐 항주(杭州)에 이른다. 이들 지형은 복잡하며 높이

차이가 40미터나 된다. (북경은 해발 35미터이지만 천진은 거의 바다 수면과 비슷하다. 또한 남쪽으로 가면서 점점 높아져 황하와 만나는 제령 부근의 높이는 전체 운하에서 가장 높은 39미터이다. 다시 남쪽으로 내려가면서 점차 높이가 낮아져 장강 이남은 다시 바다 수면과 거의 같다. 따라서 21개의 수문을 만들었다.)



- 1 한반도 문화의 일본 전파
- 2 세종의 과학영농
- 3 일본 에도시대의 국학운동
- 4 조선의 주자학 논쟁



제 3 장

과학기술의 전파



과학기술의 전파

1. 한반도 문화의 일본 전파

고대 동아시아에서는 중국이 압도적인 힘으로 영향력을 주변으로 확대시켰으며 그 영향은 일본열도에도 전해졌다. 벼농사와 청동기 및 철기를 아울러 사용한 야요이 문화는 한반도 남부로부터의 집단적인 이주를 통해 형성되었다. 4세기 무렵부터 6세기 중반에 걸쳐 한반도와 일본열도 각지에 성립된 작은 국가들은 차츰 강력한 왕을 중심으로 통일된 고대국가를 형성했다. 이러한 변화를 주도한 것은 고구려였는데, 중국 동북 지역에서 조선 북부에 걸쳐 세력을 확대한 고구려는 4세기 초반 조선 북부에서 중국의 지배를 타도했다. 그리고 현재의 중국 동북 지방과 조선 북부에서 확고한 지배권을 장악한 광개토대왕시대에는 동아시아의 대국으로 성장했다. 이 시기 고구려는 최전성기를 맞이했다.

고구려와 공방을 전개하며 조선 서남부에서 급성장한 백제는 지금의 서울을 도읍지로 하는 강력한 고대국가를 형성했고, 이를 바탕으로 중국의 왕조와 일본 열도에 성장하던 왜의 작은 국가들과도 연계하여 국제적인 지위를 높여갔다. 또 조선 동남부에서는 작은 국가였던 사로(斯盧)가 경주를 도읍지로 세력을 확대하여 4세기 후반에는 신라로 이름을 바꾸어 중국에 사신을 파견할 정도로 성장했다.

백제와 신라에 둘러싸인 조선 남부 지역 낙동강 중하류의 가야(加羅) 지방을 거점으로 삼은 작은 국가들도 통일된 왕조를 건설하기 시작했다. 하지만 이 지역은 백제와 신라에 둘러싸여 있어 두 세력 모두에게 압박을 받았다. 이들은 연합전선을 형성했지만 백제와 신라와 어깨를 나란히 견줄 만할 정도로는 성장하지 못했다. 이 때문에 이들은 바다를 건너 일본열도 남부의 왜인 국가들과 연계하여 유리한 상황을 만들려는 움직임도 두드러졌다.

규슈 지방을 중심으로 서일본에서도 왜인의 국가 형성이 진행되어 백제와 가야와의 왕래가 활발히 이루어졌다. 서일본의 작은 왜인 국가들은 드디어 5세기에 들어와 야마토(大和)를 중심으로 일본열도를 통일하여 ‘야마토 조정(大和朝廷)’을 형성했다. 백제와 가야의 유력자들은 규슈 북부와 주고쿠, 긴키(近畿)의 지역적 왕국의 왕이나 야마토 조정과 가까운 관계를 맺기도 했다. 따라서 고분시대에 해당하는 5세기 일본의 선진 기술은 거의 대부분이 조선에서 온 이주민을 통해 전해진 것이다. 특히 백제가 망한 후 일본에 정주한 백제의 귀족과 지식인들은 고대 일본의 학술, 사상, 문학을 일거에 바꾸었다.

『일본서기』를 보면 463년 백제에 기술자를 초청하기 위해 사람을 보냈다. 554년에는 천문학교수인 천문박사, 달력교수인 역박사, 의학교수인 의박사, 제약 기술자인 채약사, 군 지휘자, 유교경전을 가르치는 오경박사, 승려, 악사 등을 교대시켰다. 그리고 588년에는 사원 건축 기술자와 장식 전문가인 사공, 탑의 노반을 만드는 기술자인 노반박사, 기와를 굽는 기술자인 와박사, 화가인 화공을 보냈다.



602년에는 백제의 승려 관록(觀勒)이 천문학, 역법, 둔갑방술에 관한 책들을 전했고 일본에서는 젊은이들을 선발해 이를 배우게 했다. 한편 650년 백제의 조선 기술자는 중국에 사신을 보낼 때 쓸 견당선을 제작했다. 항해용 돛대가 두 개고 150명을 수용할 수 있는 대형 범선의 건조는 백제의 기술자들에 의해 처음 이루어진 것이다. 그 이후 일본인들은 안전도가 뛰어난 이 배를 타고 중국과 교류했다. 일찍이 4세기 말부터 베 짜는 직조기술, 금속 제품을 만드는 야금기술, 술을 빚는 양조기술 등을 전수받은 일본은 6~7세기에는 백제의 생활양식과 문화에 깊숙이 젖어 있었다. 대표적인 백제인의 유적으로 일본 나라(奈良) 시에 있는 도다이지(東大寺) 대불을 들 수 있다.

고구려도 일본에 많은 것을 전했는데 대표적으로 승려 담징(曇徵)을 꼽을 수 있다. 610년, 담징은 여러 가지 색깔의 물감을 만드는 채색기술을 가르치고 종이와 벼루, 먹을 보급했다. 그가 그렸다는 호류지(法隆寺)의 금당벽화는 나라시대 일본의 대표적인 미술품으로 유명하다. 또한 그는 유교경전인 오경을 가르치고 일본에 맷돌을 처음으로 전하기도 했다.

신라가 일본에 영향을 미친 것으로는 약제학과 의학의 전파가 있다. 414년 신라의 명의 김무(金武)는 일본에 건너가 천황 민교데이(允恭帝)를 치료하고 병을 고쳐주었다. 김무가 일본 천황을 치료했다는 사실은 5세기 신라의 높은 의학 수준을 말해준다. 9세기 초에 편찬된 의서 『대동유취방(大同類聚方)』에는 신라 의사의 처방전이 기록되어 있다. 처방전에는 신라 고어가 그대로 표기되어 있는데, 이는 일본에서 고유의 신라 약재들이 사용되었음을 보여준다. 또한 각각의 병마다 여러 가지 약재를 활용한 복합 처방도 볼 수 있다. 즉 한두 가지 약물로만 처방하지 않고 다양한 약재를 섞어서 사용했다. 당시 신라의 의학은 중국과 같은 수준으로

발전했으며 일본으로 건너가 고대 일본의 의학과 약재학의 기틀을 마련했다.

2. 세종의 과학영농

고대 이래 우리나라 농정의 책임자는 왕이었다. 그러나 왕이 할 수 있는 일은 기술 개발보다는 신앙적인 제례에 의존하는 것이었다. 휴한농법이 존속한 고려 시대까지는 이러한 농정의 주는 신앙적인 제례의식이었다. 삼국시대에서 통일신라까지의 시기에는 왕의 조상신들에 대한 제사의 비중이 컸다. 그런데 후삼국시대 지방호족들이 새로운 지배층으로 등장한 이후로는 호족들이 앞세운 지방 수호신에 대한 제사가 큰 비중을 차지했다. 고려시대 제의 행사로 가장 비중이 컸던 농경 개시제인 연등회(燃燈會)나 추수제인 팔관회(八關會)는 모두 해당 지역의 산천신이나 서낭당에 모셔진 유력 호족의 시조에 대한 제사를 중심으로 이루어졌다. (연등회, 팔관회는 조선시대에 혁파되어 향리에서 극히 제한적으로 전승되다가 조선 후기 서민사회의 놀이문화의 발달과 함께 재등장했다.)

고려 말 신흥 사대부들이 받아들인 신유학은 불교와는 전혀 다른 세계관을 가지고 있었다. 불교는 이 세상을 가환(假幻)으로 보면서 내세의 행복을 추구함으로써 현실 생활을 개선하려는 의지가 약할 수밖에 없었다. 이에 반하여 신유학은 삼라만상을 있는 그대로 받아들이면서 만물이 생장하는 까닭을 하늘의 뜻으로 풀이하고 사람도 그러한 하늘의 뜻을 본받아 “생명이 있는 것을 살리는 덕(生生之德)”을 실천하는 것을 제일의 사명으로 삼아야 한다는 사상을 제시했다. 천인합일



(天人合)의 우주관, 인생관이 바로 그것이었다.

그러한 하늘의 뜻(天道, 天理)을 현세에 실현하는 주체는 왕이었다. 신하들에게는 왕이 받은 이러한 천명을 실현하는 데 모든 힘을 바치는 것이 도리요 충성이었다. 고려 말, 조선 초의 신유학자들은 신유학의 폭넓은 사상 중 이러한 새로운 왕정관을 어느 면보다도 중요시했다. 새 왕조의 왕들은 ‘먹는 것이 곧 백성의 하늘(食則民天)’이란 유가(儒家)의 명제의 실현을 왕정의 최대 과업으로 삼아 농정의 비중을 높였다. 신유학에서도 하늘과 신의 도움(天佑神助)을 빌었으나 하늘의 시혜만을 기다리는 것이 아니라 사람이 하늘의 뜻에 부합하는 일을 스스로 다하면서 하늘의 조우(助佑)를 기다리는 것으로 자세를 바꾸고 있었다. 그 최선의 노력에서 과학성을 띤 업적들이 나왔다.

세종대왕의 농정은 제위 11년에 『농사직설』을 편찬한 것을 신호로 적극적으로 뛰어들기 시작했다. 고려 말 이래 하삼도 지방에서 이미 개발된 새로운 상경법의 농경 기술자들을 그 이북 지역으로 확대 보급시켜 나갈 목적으로 노농들로부터 새 기술들을 채방하여 간요하게 정리하여 책을 썼다. 이 책은 당시 도민이 많이 이루어지고 있던 함경도, 평안도 지방에도 보내졌다. 남쪽의 발달한 농업기술을 북쪽에서도 시행해보려고 한 것이다. 화약 병기의 개발도 농정과 전혀

무관하지 않았다. 당시 두 지방의 사민은 변경 방어력을 높이기 위한 인력과 경제력 증대를 목표로 한 것으로 이곳에서의 화약 병기는 그들의 안전한 농사를 보장하는 역할을 하고 있었다.

『농사직설』의 편찬을 통하여 재삼 확인된 농정의 요체는 농사의 시기를 잘 지키는 문제였다. 한 해



농사의 성패는 농민들이 농사 시기를 제대로 지킬 수 있느냐의 여부에 달려 있다는 인식이 높아졌다. 휴한법에서 상경법으로 바뀐 농법은 농사의 경작과정이 세밀해져 농시를 제대로 지키지 못했던 이전에 비하여 많은 차이를 가져왔던 것이다. 세종대의 농정에서는 급시(及時), 가을갈이, 거름주기 등을 강조했다. 그런데 이렇게 농시를 강조하던 세종은 제나라 연월일을 제대로 측정하는 방법도 제대로 갖추지 못했다는 사실을 깨닫는다.

조선은 중국의 책봉국으로서 한 해 동안 사용할 달력(冊曆)을 정조사(正朝使)가 연경(燕京)에 가서 천자로부터 받아왔다. 그런데 사신이 돌아오는 때는 신년을 맞이한 후 수십 일이나 지난 뒤이므로 그동안에는 달력이 없었다. 이 공백을 메우기 위하여 서운관(書雲觀)에서 따로 임시로 만든 것을 사용하다가 사신이 당도하면 중국에서 받아온 것과 대조하는 절차를 거쳤다. 그런데 역법(曆法)이 미발달했기 때문에 서운관에서 임시로 만든 것이 틀리는 경우가 많았다. 그러한 일이 자주 되풀이되는 것은 국왕으로서, 특히 농사를 강조하는 시대의 국왕으로서의 수치요 모순이었다. 그리하여 세종은 서울 경복궁의 위치를 기준으로 한 정확한 조선의 역법, 즉 연월일 계산체계를 새로 만들기로 했다. 이런 것을 만들어두면 중국에서 받아온 것과 굳이 비교하는 절차도 필요 없을 뿐만 아니라 농시를 강조하는 국왕의 입장도 떳떳할 수 있었다.

세종은 신하들로 하여금 먼저 위치 측정 기구부터 만들게 했다. 그리하여 간의, 소간의, 혼의, 혼상 등의 기구들이 그 14년에서 18년 사이에 먼저 만들어졌다. 그다음에 시각 측정기구의 제작 순서로 들어가 양부일구, 자격루, 현주일구, 천평일구, 정남일구, 일성정시의, 규표 등이 16년에서 19년 사이에 만들어졌다. 이런 기구들을 만들어 위치와 시각 측정이 이루어진 다음에 역법 산정의 순서로

24년에 『칠정산내편』과 『칠정산외편』을 완성시켰다. 내편은 본국력이란 별칭이 붙었고 외편은 회회력을 고쳐 쓴 것이었다.

내편은 일 년의 길이를 365.2425일, 한 달의 길이를 29.530593일로 계산할 정도로 높은 정확도를 과시했다. 『칠정산내편』은 그 자체로 달력은 아니다. 그러나 그것은 언제든지 달력으로 전환시킬 수 있었다. 실제로 사용하는 달력은 외교 상 중국으로부터 받아오나 이처럼 거의 완벽한 역법을 가지고 있으면 중국 책력을 받아온 뒤에야 비로소 온전한 책력을 소지하는 상황이 되는 종속성도 해소될 뿐만 아니라 왕의 입장도 모든 면에서 떳떳해졌다.

위치 측정과 시간 측정기구까지 모두 갖춘 시점인 19년에 세종대왕은 궁중(경복궁) 후원에서 몸소 1결(결)의 땅을 갈아 조 2홉을 뿌려 농사를 직접 지었다. 그것은 의례적인 선농행사가 아니라 모든 농사과정을 몸소 다 해보는 것이었다. 시험 농사를 직접해본 것이다. 왕이 그동안 만든 각종 천문기구와 시계들을 경회루 주위에 배치해두고 후원에서 직접 농사를 지었다. 왕은 11년에 편찬한 『농사직설』의 농사법을 따라 그대로 지었다. 연구의 성과를 실천에 옮기는 일이었다. 왕이 농서에 규정된 대로 해본 농사는 당시 경기도 지방의 일반 농가에서 거두는 소출보다 몇 배나 더 되었다. 왕은 백성들이 자신처럼 농사를 짓지 못한 것은 농사의 때를 제대로 지킬 수 없었기 때문이라고 판단하고 관리들이 농사철에 농민들을 부역에 동원하는 것을 금했다. 왕은 이 정도로 합리적인(과학적인) 농정을 펼쳤다.

세종은 농사짓는 방법이 바뀔에 따라 전지(田地)의 등급도 새로 조정할 필요성을 느꼈다. 그는 『농사직설』을 간행하여 보급한 해인 12년부터 전세제도의 개정에 관한 논의를 시작하여 26년에 최종안을 확정했다. 전지의 등급은 3등급에서 6등급으로 세분화되었다. 세종 23년, 세자가 땅을 파서 스민 정도를 살펴 강우량

을 재는 것은 부정확하다고 생각해 강우를 담는 그릇을 구리로 만들었다. (서양에 비하여 무려 200년이나 앞선 측우기의 발명이었다.) 이 측우기의 발명은 각 고을의 흉풍의 정도를 평가하는 문제의 어려움을 덜어주었다. 이로써 전세 결정에서 연분 9등제가 확정되었다. 세종대왕의 새로운 농정체제는 24년의 『칠정산 내편』의 완성과 26년의 전세제도 확정으로 마무리 단계에 접어들었다. 낮은 평지에 개간된 수많은 수전들이 아직 천수답 상태로 남아 있는 것이 가장 큰 나머지 숙제였다. 하천수에 대해 많은 연구를 해온 문종은 즉위한 후 천방을 새로운 해결책으로 선택했다. 천방은 이후 제언과 함께 넓은 낮은 평지의 천수답들을 점차 관개답으로 바꾸어가는 데 큰 역할을 했다.

3. 일본 에도시대의 국학운동

에도시대 전략적으로 가장 중요한 중심 지역은 쇼군(將軍)이 직접 통치했으며 나머지 지역은 다이묘(大名; 領主)의 지배를 받는 250여 개 이상의 영지로 나뉘어졌다. 그러나 다이묘들은 영지 내에서 무소불위의 권력을 가지고 있어서 중세유럽의 봉건제와 비슷했다. 이러한 일본의 분권화는 새로운 상품과 기술의 개발을 촉진했다. 경제력에서 다른 지역에 뒤떨어진다는 끊임없는 위기의식으로 영지들은 하나둘씩 상품을 개발하고 산업을 육성했다. 그러나 일본의 사회계급은 무사(士), 농부(農), 장인(工), 상인(商)이라는 네 계급으로 엄격히 나누어져 있어서 기술 지식은 가족으로만 전수되었다. 한 가족의 농사법은 다른 사람들



에게는 비밀이었다. 목공과 칠기 등 제조기술들은 십대 소년들이 기술 장인의 집에 살면서 교육을 받고 기술을 배웠다. 도자기기술은 몇몇 가정으로만 전수되었으며 특수 마을에 모여 살았다. 간장, 정종, 면직물, 도자기와 같은 생필품도 각 지역에 한두 개의 특산품으로 전문화되어 있었다. 이렇게 17세기와 18세기에는 각 지역마다 독특한 기술력과 창조적 양식을 가진 숙련된 노동계층만 있었다.

국내시장이 소규모로 분할된 당시의 일본에서는 지역의 자원과 전문성을 살려 상품을 개발하는 것이 유리했다. 이에 따라 칠기는 지역에 따라 금, 은, 진주를 비롯해 심지어는 달걀껍질이 사용되기도 했고 어떤 곳에서는 여러 가지 금속 조각을 섞어서 칠하기도 했다. 칠 속에 모양을 새겨 넣기도 하고 제품의 마무리 단계에도 특별한 기술을 사용했다. 일본은 이렇게 공예품만 하더라도 재료는 전혀 발달시키지 않고 같은 기술을 명인의 경지에 이르게 하는 이른바 자연주의에 뿌리를 두고 있다.

일본에서 장인 공동체가 생존하고 성장할 수 있었던 것은 상품과 아이디어의 전국적인 유통로와 관계가 있다. 에도시대 성곽 도시들은 상업 활동의 활기찬 중심지가 되었다. 특히 쇼군이 있는 에도는 인구 100만 이상의 거대도시로 다른 모든 지역의 온갖 상품이 유입되었다. 서부에서는 오사카가 일본 최대 곡창지대의 생산품이 거래되는 중심지였다. 1724년과 1730년 사이에 오사카에서 에도로 연간 면직물 1.3백만 톤, 간장 9.8백만 톤, 정종 1천 5백만 리터가 수송되었다.

에도시대의 일본에는 중국과 같은 사상적 제도적 제한은 없었다. 그렇지만 한편으로는 중국문화를 강하게 숭배하고 다른 한편으로는 정치적 우월감을 같은 듯 이율배반적 감정이 공존했다. 18세기까지는 유교사상에 대항할 수 있는 건실한 사상체계는 불교뿐이었다. 그러나 불교와 유교 사이에 대립이 있다 할지라도

중국 학문의 우월성이 도전받는 일은 없었다. 그런데 18세기 후반이 되면서 중국의 학문을 부정하는 사상가들이 나타나기 시작했다. 주로 국학운동과 결합된 학자 집안의 사람들이었다. 국학자들은 자기 나라 고전의 자유분방한 정신을 부활시키고자 했다. “중국의 성인들이란 유학자들이 사람들을 감복시키고 정신을 어지럽히려고 만들어낸 것이다. 중국의 서적과 가르침을 보편화하려고 노력하는 사람이 중국의 성인이다. 중국의 성인은 기만술을 가장 능숙하게 사용하는 패거리일 뿐이다. 중국의 정신인 당심(唐心)은 속임수이고 일종의 폭력이며 지(智)와 덕(德)과는 동떨어진 것이다.”

에도막부는 1790년대부터 양서(洋書)를 수집하기 시작했다. 1811년에는 덴몬가타(天文方)에 양서 번역센터를 설치했다. 후쿠자와 유키치(福澤諭吉)와 같은 사람들이 중심이 되어 사숙(私塾)을 대도시에 설립했고 주요한 각 번에서도 새로운 학문의 실익을 노려서 신학문의 진흥에 노력했다. 번역운동은 일본인의 정신 구조를 형성시켰다. 1850년대 외국의 배가 들어옴으로써 부득이 개항을 한 도쿠가와막부는 난학자의 양성에 전념했다. 당시에 설립된 난학센터 ‘가이세이조(開成所)’는 국가적 노력의 상징이었고, 전국 방방곡곡에서 등용된 인재를 집결시켰다. 각 번도 경쟁적으로 외국인 전문가를 고용했다. 이렇게 하여 양학 장려책이 전국 각지에서 갑작스럽게 강화되었다. 1860년대의 해외사절단은 일본을 통일된 하나의 나라로 생각하는 국가의식을 고양했다.

4. 조선의 주자학 논쟁

『대학』이란 작은 책은 특히 성리학이 강조한 소위 사서(四書)의 하나로 지도자가 되기 위한 학문 수련의 과정을 설명하고 있다. 지도자가 되기 위해서는 우선 격

물(格物)을 통해 지식을 넓히고(致知) 뜻을 정성스럽게 하며(誠意) 마음을 바르게 가져야 한다.(正心) 그다음에 자신의 몸을 다듬고(修身) 집안을 다스린 후에야(齊家) 드디어 나라를 다스릴 수 있고(治國) 천하를 평정(平天下)할 수 있다는 것이다. 즉 “치국 평천하”의 이상을 위해서는 모름지기 격물을 제대로 해야 함을 말한다. 그런데 격물이란 다름 아닌 사물의 이치를 연구한다는 뜻이다.

독학자 서경덕은 이 세상에서 가장 근본이 되는 것은 바로 우주를 가득 채우고 있는 ‘기(氣)’라는 사실을 깨달았다. 조선시대에 크게 성행했던 성리학에서는 ‘이(理)’와 ‘기(氣)’를 기본으로 말했지만 기야말로 가장 중심임을 강조한 학자는 이 땅에서는 서화담이 처음이었다. 말하자면 그는 조선의 주기설(主氣說)의 창시자였던 셈이다. 그 후의 우리나라 유학계는 퇴계 이황(退溪 李滉)이 지배적이었고 따라서 주리설(主理說)이 더 성했다고 보이지만 서화담의 주기적(主氣的) 태도는 율곡 이이(栗谷 李珥)를 거쳐 홍대용(洪大容)과 최한기(崔漢綺)에 이르러 강하게 표출되었다.

우주는 텅 비어 있다고 생각되기 쉽다. 하지만 원래부터 우주란 빈 곳이 아니라 기로 충만하다. “끝없는 것이 태허(太虛)이고 시작이 없는 것이 기이다. 허(虛)란

다름 아닌 바로 기 그것이다. 허가 본래 무한하니 기도 또한 무한하다.” 그의 글 ‘이기설(理氣說)’에 나오는 말이다.

그의 이와 같은 주기론은 중국 송나라 때에 크게 발달한 성리학의 영향을 받아 나온 것임에 분명한데, 그는 특히 송의 사상가 장재(張載)의 사상을 받아들였다. 장재가 주기론이었던 데 비해 그의 후배



인 주희(朱熹)는 ‘이기’를 함께 말하는 입장을 보였다. 우리 역사에서는 중국의 장재와 주희에 해당하는 인물이 바로 서경덕과 이황으로 나타났다. 또한 서경덕은 장재와 같은 시기 송나라의 철학자 소옹(邵雍)의 영향도 강하게 받았다. 소옹은 중국 전통적인 상수학(象數學)을 크게 발전시킨 사상가였다. 여하튼 서경덕은 이 땅에 주기론적 자연관을 심어주었고, 또 상수학을 도입하여 이지함(李之菡)으로 하여금 『토정비결(土亭秘訣)』을 지을 정신적 터를 마련해놓았다.

주자학이란 유학의 일파로 12세기 중국 남송의 주희가 확립한 학설이다. 조선에는 13세기 말부터 14세기에 걸쳐 전해졌다. 신하는 주군을 정성으로 섬기고 자식은 부모를 잘 시중드는 것을 최고의 기준으로 삼아 국왕의 권력을 강화하기 위한 정치 지배의 원리로 작용했다. 또 양반지주는 각지에 서원을 세워 주자학을 공동체의 운영 원리로 삼는 등 사람들의 일상생활에까지 깊이 관여했다. 더욱이 외적의 침입에 대항하기 위해서도 주자학은 유일 정통한 사상으로 간주되었다. 따라서 주자학의 이해를 둘러싸고 다양한 계파 사이에 논쟁이 일어나 양반관료 내부의 주도권 싸움(당쟁)이 생겨났다. 16세기 말부터 도학의 선비들이 정치를 담당하면서 이른바 사림정치(士林政治)가 실현되었다. 그러나 이때부터 도학의 선비들이 배타적 독선과 당파적 이기심에 빠져 분열하여 당쟁을 벌였다. 영조는 당파의 대립을 해소하기 위하여 탕평정책을 추진했지만, 당파에 빠진 도학자들은 도학 이념을 끌어들이 자기 당파의 정당성을 확보하기 위한 명분을 찾는 데만 급급했다.

도학자들이 자신의 정당성을 내세우기만 할 뿐 스스로 자신의 과오를 성찰하지 못하면서 도학은 대중의 교화를 위한 기능도 상실하고 국가의 안위를 염려하는 충성심도 허상이 되어버렸다. 조선 초기에는 도학 이념이 불교를 개혁 대상으로 삼았지만 조선 후기가 되면 도학이 개혁 대상이 되어버린 것이다. 이러한 국



면에서 외래종교로서 18세기 말에 자리 잡기 시작한 천주교와 19세기 말에 전래되기 시작한 개신교가 있었으며, 자생종교로서는 19세기말과 20세기 초에 집중적으로 일어났던 신종교 및 민족종교가 출현하여 도학체제의 조선사회를 개혁하는 중요한 동력이 되었다.

우리 민족은 조선왕조가 끝나갈 무렵 ‘개벽’의 꿈을 키웠다. 그 꿈인즉 ‘새 세상’이 온다는 것이다. 그래서 이 개벽을 믿는 우리 민족은 부지런히 서양을 배웠고 과학을 배웠고 서양의 정신문명의 뿌리인 기독교를 받아들였다. 20세기는 분명 우리 민족의 ‘개화’의 역사였다. 그리고 학문, 문화, 과학, 종교, 예술, 경제, 기술, 정치 모든 분야에서 많은 업적을 쌓았다. 그런데 개화의 신념을 안고 개화의 역사와 같이 살아온 20세기의 한국인에게는, 아니 동아시아인에게는 새로운 우려가 생기기 시작했다. 우리 민족이 개화되면 될수록 미개로 다시 빠져들어 간다는 우려였다. 신화의 탈출을 지향하고 달려왔는데 또다시 신화 속으로 진입하고 있는 자신의 모습을 발견하기에 이른 것이다.

원래 한국 기독교는 민족의 문제에 동참하고 함께 수난을 경험하며 십자가를 짊어진 모습을 보였으나, 이후 교회의 존립과 선교의 편의나 수월성을 훨씬 넘어서는 유리한 특권을 형성했고, 지극히 현실 중심으로 물질 중심, 성장 중심, 외형 중심의 교회가 되어 축복 강조적인 신앙으로 변했다. 현대는 인간 위에 군림

하고, 과학 지식이나 도덕규범 및 법질서와 충돌하며, 다른 종교와 갈등하는 독선적 종교가 아니라 인간을 위해 봉사하고, 대립의 논리가 아니라 조화의 논리로 화합을 이끌어가며, 종교가 저지를 수 있는 온갖 악과 과오를 끊임없이 성찰할 수 있는 성숙한 종교를 필요로 한다.



1 한의학의 뿌리

2 기 조절

3 음양오행설

4 경락설

5 침구

6 황제내경

7 상한잡병론

8 상한잡병론의 처방

9 이시진의 본초강목

10 손사막의 천금요방

11 금원사대가



제 4 장

한의학의 형성



한의학의 형성

1. 한의학의 뿌리

인류는 모두 그 발생 초기부터 자기의 건강을 지키는 의학이나 약물에 대한 지식을 경험 속에서 퍼냈다. 고대 중국에서도 간단한 상처를 치료하는 방법이나 초근목피와 동물의 장기 등의 자연물을 사용한 약리요법이 행해졌다. 그러나 고대에는 수술적인 방법이 경험의학보다도 더 활발하게 이루어졌다. 은대(殷代)에는 조상의 영이 자손의 행복을 지키고 때로는 뒤탈을 생기게 한다고 생각했으므로, 병을 치료하는 데 초자연적인 힘에 의지하기 위하여 환자를 대신하여 인형을 만들어 이 인형에서 병마를 퇴출시키는 등의 여러 가지 방법이 행해졌다. 이러한 수술적인 방법으로 환자를 치료하는 의사를 중국에서는 무의(巫医)라고 불렀다.

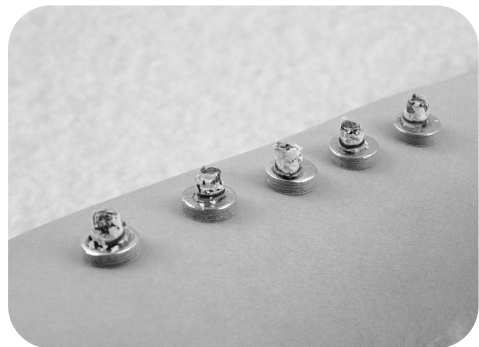
그러나 고대사회에서도 무의만이 치료에 임한 것이 아니라, 주례(周禮) 속에서 식의(食醫), 질의(疾醫), 양의(瘍醫), 수의(獸醫) 등의 전문적인 구별이 보이듯 경험의학도 일찍부터 발달해왔다. 당시의 의성(醫聖) 편작(扁鵲)은 병이 낫지 않는 여섯 가지 이유를 들고 있다. 첫 번째 불치는 환자가 제멋대로 구는 것, 두 번째 불치는 금전을 아껴 몸을 생각하지 않는 경우, 세 번째 불치는 의식(衣食)이 환자에게 맞지 않는 경우, 네 번째 불치는 음양과 장기가 안정하지 않는 경우, 다섯 번째 불치는

몸이 약하여 약을 먹을 수 없는 경우, 여섯 번째 불치는 무당을 믿고 의사를 믿지 않는 것이다. 아마 당시의 민간의술에는 주술적인 방법에 의한 의사, 즉 무의가 유행하고 있었다고 생각되는데 편작은 무의를 믿는 폐해를 확실하게 지적하고 경험의학을 믿어야 함을 주장했다.

한의학은 그 출발에서부터 유목문화와 농경문화, 그리고 해안문화를 아우르고 있다. 뿐만 아니라 자신의 체계를 이론 이후에도 불교의학(아유르베다의학), 독자적인 체계를 이룬 도교의학, 그리고 근대에 와서는 근대 서양의학과의 만남을 통해 끊임없는 변화를 거듭하고 있다. 그런데 불교가 중국에 도입되었지만 불교는 기존의 문화를 배척하지 않았다. 오히려 불교는 그것이 도입된 지역의 전통문화와 융합되어 새로운 모습의 불교로 재탄생하는 면모까지 보였다. 유목민의 국가인 금원시대에는 오히려 한의학이 더욱 융성하여, 전근대의 한의학 이론을 한 단계 높인 것으로 평가받는 금원사대가(金元四大家)를 배출했다.

그러나 제국주의와 함께 들어온 근대 서양의학은 기독교적인 세계관을 바탕으로 유일신을 강요했으며 기존의 전통문화를 배척하고 말살했다. 근대 서양의학은 거의 모든 면에서 전근대의 한의학과 배치될 뿐만 아니라 동아시아의 근대화가 제국주의에 의한 식민지화와 함께 이루어졌기에 이러한 점이 더욱 강화되었다. 이러한 상황 속에서 한의학은 끈질기게 살아남았다.

한의학에 쓰이는 약재를 본초(本草)라고 한다. 이러한 약재에 관한 지식은 동한시대에 『신농본초경(神



『農本草經』이라는 책으로 집대성된다. 한편 남부 지역에서는 고온 다습한 지역적 특성상 각종 전염병이나 유행병이 많았고 이런 사정으로 외부의 나쁜 기운에 의해 생긴 질환의 진단과 치료를 집대성한 『상한잡병론(傷寒雜病論)』이 나온다. 이처럼 한의학은 다양한 문화와 풍토 속에서 축적된 경험을 황로학이라는 틀 속에서 융합해낸 총체적인 이론 및 임상체계이다. 여기에는 독자적인 진단체계와 변증체계, 그리고 치료체계가 있으며, 치료의 방법으로는 침구와 약물요법은 물론, 기공이나 방중술, 음악과 미술, 문학 등 거의 모든 분야를 포괄하는 방대한 체계인 것이다.

서양의학에서는 여러 가지 기기를 이용하여 병인(病因)을 탐색하고 그 원인을 알아내면 그 원인에 대한 치료를 진행해가는 것뿐이다. 따라서 병인을 알아내면 오로지 그것을 공격하여 없애는 약을 치유될 때까지 투여한다. 이에 반해서 한의학 치료는 병인에 대해서는 서구식만큼 깊이 추구하지는 않으나 환자가 고통을 받는 모든 증상을 가볍게 만드는 데에는 무엇을 투여하면 좋은가(수증 치료)를 진찰할 때마다 잘 생각해서 결정한다. 한의학에서는 질병의 진행 방식이나 그에 대한 환자의 저항력 등에 대해서 그때마다 면밀히 관찰해서 대응하도록 하는 셈이다. 따라서 같은 ‘감기’라고 생각되는 증상에도 그 초기, 중기, 말기에 따라 투여하는 약을 바꿔가고 한편에서는 환자의 고뇌를 제거함과 동시에 다른 한편에서는 환자의 몸 상태에 따라 면역력을 높여 저항력을 기르도록 약을 바꿔간다.

감기가 들기 시작한 초기라면 갈근탕(葛根湯)보다도 계지탕(桂枝湯)이 좋고, 만일 노인이나 어린아이라면 향소산(香蘇散)을 투여하는 것이 좋고, 갈근탕으로는 이미 늦었다고 생각될 때에 진찰을 받는다면 계마각반탕(桂麻各半湯)이라든가 시호계지탕(柴胡桂枝湯)이 처방될 것이다. 또한 병세가 심하고 환자의 저항력이 떨어져 있다

면 소시호탕(小柴胡湯), 백호가인삼탕(白虎加人蔘湯)을 투여할 것이고 그래도 충분하지 않으면 각종 향생물질도 사용한다. 한방에서는 매일 환자를 진찰하고 그 증상과 몸 상태가 어떻게 변화되었는가를 잘 관찰해서 그것에 대응하여 방제도 바뀌는 특징이 있다.

2. 기 조절

동아시아(중국)문화에서 생명은 천지의 기운에서 온 것이라 여긴다. 장자는 “온 천하가 하나의 기운일 뿐이다.(通天下—氣耳) 사람이 태어남은 기(氣)가 모인 것이다. 모이면 태어나고 흩어지면 죽는다.(人之生, 氣之聚也. 聚則爲生, 散則爲死)” 했다. 또 『황제 내경(黃帝內經)』은 “하늘이 덮고 땅이 실으니 만물이 다 갖추어진다. 사람보다 귀한 것은 없으니, 사람은 천지의 기운으로 생겨나고 사시의 법칙에 따라 성장한다.(天覆地載, 萬物采備, 莫貴於人. 人以天地之氣生, 四時之法成)” 했다.

기는 한의학 이론의 근본적인 출발점이다. 한의학에서는 인체의 내부와 자연계가 밀접한 관련이 있다고 믿었다. 한의학에서 몸은 우주적 단위로 확산되는 과정이며 현상이다. 또한 기는 감각에 기초한 개념이다. 같은 부류끼리는 통하며(공명하며), 다른 부류의 기와는 오행의 논리에 의해 상호작용한다. 한의학에서 몸은 우주의 시초인 태역(太易)의 단계에서부터 시작되어 기가 생성되고 형체가 갖추어지며 만질 수 있는 물질이 생김으로써 완성된다. 따라서 우리의 몸은 개방적이고 유동적인 기의 체계로서 다른 몸들과 그리고 우주와 하나가 될 수 있는 시스템이다.

기원전 3세기 천지만물의 생멸과 변화를 기의 모임과 흩어짐에 의해 설명하는 사고방식이 성립되면서 음양을 성질이 상반되는 두 종류의 기로 설정하고, 음양 2기에 의해 천지자연의 운행을 설명하기 시작했다. 음양의 대립과 통일이 모든

생성, 발전을 규제한다고 보는 것이다. 『황제내경(黃帝內經)』의 「소문」에서는 ‘음양’으로 사람의 생리적인 문제를 분석하고 있다. ‘음양론(陰陽論)’으로 사람의 내부 장기를 ‘장(臟)’과 ‘부(腑)’로 나누고 있는데 장은 심장, 간장, 비장, 폐, 신장이 포함된 5장을 가리키고, 부는 담, 위, 대장, 소장, 방광, 삼초(三焦)의 여섯 부위를 가리킨다. 여기서 장은 내부조직이 충실하고 저장과 분비 기능을 가진 기관을 가리킨다. 반면 부는 속이 텅 빈 관을 가진 기관을 가리키는데 흡수된 것들을 전달하고 용해하는 기능을 한다. 따라서 오장과 육부가 지닌 속성이 다르므로 오장을 음이라 한다면 육부는 양이라 한다. 인체의 부위에서부터 장부, 경락 등 각 구조물 간의 상관관계, 병리변화, 진단, 치료에 이르기까지 모든 분야에서 음양은 중요한 역할을 담당한다. 『황제내경』의 음양론은 순환이 지닌 대칭성의 아름다움을 갖추고 있다.

고대 동아시아인들은 오행이라는 다섯 가지 요소(木火土金水)를 생각했고 이 다섯 가지 행(行)들이 서로를 부추기거나 억제하는 복잡한 상생(相生)과 상극(相剋)의 관계망으로 얽히게 했다. 오행설은 중국문화 특유의 이론으로, 천지만물을 나무(木), 불(火), 흙(土), 쇠(金), 물(水)의 다섯 가지로 나누고, 이 다섯 가지 사이에 상생과 상극의 관계가 있다고 보고 이를 따지는 것이다. 예를 들어 만일 목(木), 화(火), 토(土), 금(金), 수(水)의 순서에 따라 배열하면 그것들 사이에는 인접한 것은 상생(相生), 간극이 있는 것은 상극(間相剋)인 관계가 맺어진다. 나무(木)를 태우면 불(火)을 일으키고, 불(火)은 재나 흙(土)을 생기게 하며, 흙(土)은 금속(金)을 생기게 하고, 금속(金)에서 물(水)이 생겨나며, 물(水)은 나무(木)를 성장하게 한다는 의미로, 즉 목은 화를 낳고(木生火), 화는 토를 낳으며(火生土), 토는 금을 낳고(土生金), 금은 수를 낳으며(金生水), 수는 목을 낳는 것(水生木), 이것이 상생이다. 한편 목은 토를 이기고, 화

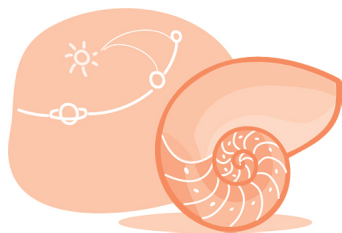
는 금을 이기며, 토는 수를 이기고, 금은 목을 이기며, 수는 화를 이기는 것, 이것이 상극이다. 즉 나무는 흙을 착취하여 성장하기 때문에 목극토(木剋土), 또한 마찬가지로 원리로 토극수(土剋水), 수극화(水剋火), 화극금(火剋金), 금극목(金剋木)이 된다.

3. 음양오행설

인체의 조직은 자연계의 음양오행에 적응된다고 믿었기 때문에 음양오행의 도식이 생리학의 도식으로 사용되었다. 예컨대 비장(脾臟)은 목, 폐(肺)는 화, 심장(心臟)은 토, 간(肝)은 금, 신장(腎臟)은 수에 해당하여 그 기능과 성질을 설명하는 식이다. ‘음양오행설’은 ‘역경’의 ‘음양론(陰陽論)’과 ‘서경’의 ‘오행론(五行論)’을 종합한 자연철학이다. 음양오행설은 자연의 운행에는 천리인도(天理人道)라고 할 어떠한 이치가 있을 것이라 생각하고, 당시까지 경험해온 사실을 정리하고 분류하여 경험의 통일 혹은 이론화 작업을 한 것이다. 즉 ‘음양오행설’이란 음, 양의 2기와 수(水), 화(火), 목(木), 금(金), 토(土)의 오행으로 자연현상이나 인간, 사회의 현상을 설명하는 사상이다.

한의학에서는 이 이론을 활용하여 인체 장기들 사이의 관계를 분석하며, 치료할 때에도 이러한 상생, 상극의 관계를 운용하여 어느 방향에서 시작해야 하는지를 확정한다. 구체적인 예를 들면 간(肝), 담(膽)이 좋아지면 심(心), 소장(小腸)도 좋아진다. 그러므로 비(脾), 위(胃), 폐(肺), 대장(大腸), 신(腎), 방광(膀胱)의 순으로 좋아지고 마침내는 다시 간(肝), 담(膽)이 좋아져간다.(相生) 역으





로 간, 담을 해치면 비, 위, 신, 방광, 심, 소장, 폐, 대장, 간, 담의 순으로 나빠진다.(相剋) 이 오행은 사람 몸속의 다섯 가지 장(肝心脾肺腎)에 대응되어 목-간(木-肝), 화-심(火-心), 토-비(土-脾), 금-폐(金-肺), 수-신(水-腎)의 관계가 성립하며 각 장의 운행은 오행의 운행과 동일하다. 예컨대 목에 속하는 간장은 화에 속하는 심장을 북돋우지만 토에 속하는 비장을 억제한다. 따라서 목에 속하는 간장을 치료하려면 직접 간을 강하게 하는 약을 써도 되지만 수에 속하는 신장을 강하게 하는 약을 써서 간접적인 효과를 기대할 수도 있다.

이러한 오행과 오장(五臟)의 운행은 인체의 생리적 현상을 설명하는 데 유용한 개념적 틀일 뿐 아니라, 자연세계나 인간사회에서 일어나는 현상들을 설명하고 해석하는 데도 중요한 역할을 했다. 즉 전통음악은 다섯 가지 음으로 구성되고, 전통회화에서는 다섯 가지 색조를 기본으로 하여 오행에 각각 대응하는 등 동아시아의 지식은 이렇게 체계적 상응을 이루면서 얹혀 있으며 하나의 패턴으로 이해할 수 있다. 강조하건대 한의학에서 인체의 구조는 음양론으로 설명하고 인체 내부의 순환 원리는 오행론으로 설명했다.

그렇지만 오행은 병에 대해 추론하는 배움의 양식일 뿐이다. 그러니 병에 대한 변증의 방식이 음양이라는 문법과 오행이라는 추론 구조에만 의존했던 것이 아니다. 오행설은 대상이 인간인 경우 기술의 유효한 원리가 된 것으로 어떻게 할 까라는 물음에 대답하는 하나의 지침으로서 전개된 것이다. 그렇다면 오행설은 왜 5가 아니면 안 되었을까? 그것은 부분들 사이에서 이중의 순환적 관계, 즉 목→화→토→금→수→목이라고 하는 상생 관계와 목→토→수→화→금→목

이라고 하는 상극 관계를 설정할 수 있는 것은 부분의 수가 5일 때에야 비로소 가능해지기 때문이다. (삼각형은 애초부터 서로 대각선을 그을 수 없다. 사각형에는 두 개의 대각선을 그을 수 있지만 두 개의 대각선은 연결되어 있지 않다. 오각형에서야 비로소 다섯 개의 대각선을 차례로 한 바퀴 돌리는 것이 가능하다. 결국 이중의 순환 관계가 부분계 사이에 성립하는 것이다. 육각형은 대각선이 두 부분으로 분리되어버린다. 칠각형에서는 더 많은 관계가 성립한다. 그러면 너무 복잡해진다.)

4. 경락설

중국은 의학을 발견하고 고대 그리스인은 수학을 발견했다. 의학의 발견은 어떤 의학적인 발견보다도 중요하며 수학의 발견은 어떤 수학적인 발견보다도 근본적이었다. 음양오행설에 기초하여 중국 고전의학은 일단 완성될 수 있었다. 의학 방법론으로서 음양오행설이 성공한 것은 계통론적인 접근을 했기 때문이다. 더욱이 중국의 고전의학은 인체의 통일을 지탱해주는 ‘경락(經絡)’을 발견했다. 한마디로 오장육부라고 불리는 부분계로 파악했다고는 해도 하나의 유기체를 전체적으로 작동하는 기구라는 독자적이고 유일한 답을 제출한 것은 중국의학의 ‘경락설’이다. 경락은 오장육부와 연결되어 있고 약물 역시 경락과의 연관에서 고려된다.

동아시아의학에서 경락은 신체를 세로로 달리는 십이경맥과, 경맥으로부터 가지를 쳐서 가로로 퍼진 분지들을 결속하고 경맥 사이를 연락하는 낙맥(絡脈)을 합한 말이다. 따라서 경락은 전신의 기혈을 운행하고 각 부분을 조절하는 통로로 마치 거미줄처럼 인체 내외에 분포하여 유기적으로 연결되어 있다. 12경맥(十二經

脈), 기경8맥(奇經八脈), 15낙맥(十五絡脈), 손락(孫絡), 12경근(十二經筋) 및 12피부(十二皮部) 등이 이에 속한다. 이러한 경락(經絡)은 병을 진단하는 개념적 틀을 제공해줄 뿐만 아니라 그렇게 진단된 병을 치료하는 실제적 장소이기도 하다.

원래 경락의 출발은 혈관이었다. 혈액의 파장이 바로 맥이다. 그러나 인체의 속을 연결하는 경맥부터는 실체구조로 보지 않는다. 경락은 이런 실체구조와 비 실체구조를 연결하는 것이니까 성격이 혼합되어 있다. 분명히 육부(六腑)까지는 물질이었는데 오장(五臟)으로 들어서는 순간 물질이 아니다. 그리고 나올 때는 다시 물질이다. 겉에 있는 경락은 실재하지만 속에 있는 경락은 오행으로 맞춘 것이다.

한의학에서 인체 표피와 내장은 유기적으로 연결된 맥락에 의해 생명 정보를 주고받으며 기혈이 운행된다. 경락이란 인체의 기혈(氣血)을 운행케 하는 통로이며, 표리상하(表裏上下)를 소통하게 하고, 장부와 기관을 ‘연계’ 하는 조직계통이다. 경락의 통로에는 경혈이 촘촘히 분포되어 있어 은침과 쑥뜸 등으로 경혈을 자극하면 특정 감각이 경락을 따라 전달되고 몸과 심리상태에 변화가 나타난다.(순경감전현상:循經感傳現象) 가령 장부에 병변(病變)이 생기면 언제나 경락을 통해 피부에 반영된다. 그러므로 침이나 뜸으로 경혈을 자극하면 경혈과 관계있는 병의 증상을 치료할 수 있다.

5. 침구

고대 인류가 상처가 나거나 병이 있는 특수 부위를 석편으로 찔렀더니 통증이 완화되고 치유가 빨라진 것을 우연히 발견했는데 이것이 ‘침구(鍼灸)’의 기원이 되었다. 『황제내경』에는 복희씨가 만든 아홉 가지 종류의 장침(長針), 대침(大針), 원침(圓針), 호침(毫針), 봉침(鋒針), 참침(鏑針), 시침(錐針), 피침(鉞針), 원리침(圓利針)에 대한 기

록이 나온다. 최초의 금침과 은침은 하북성 만성(滿城)의 서한시대 유승의 묘에서 발견되었으며, 침구는 대략 석편(石片), 석침(石針), 골침(骨針), 대나무침, 청동침, 철침, 금은침의 순서로 변화 발전되었다.

춘추전국시대 침구학은 비약적인 발전을 맞는데, 『황제내경』에는 그에 대해 비교적 체계적으로 쓰여 있다. 『황제내경』 총 153편 가운데 81편이 ‘침구’에 관한 기술이다. ‘침법(鍼法)’을 주로 하며 보조로 ‘구법(灸法)’을 이용했다. 『황제내경』은 “작은 침을 이용하여 몸의 경맥(經脈)의 유통을 원활히 한다. ‘혈기(血氣)’의 균형을 유지하고, 기(氣)가 순행하거나 역행하는 길목을 잘 다스리는 데는 침밖에 없다”고 했다. 『황제내경』의 핵심 위치를 차지하고 있는 경락과 침구는 마왕퇴(馬王堆)의 백서 『족비십일맥구경(足臂十一脈灸經)』, 『음양십일맥구경(陰陽十一脈灸經)』, 『맥법(脈法)』, 『음양맥사후(陰陽脈死候)』 및 장가산의 『맥서(脈書)』 나아가 편작(扁鵲)의 경락학설과 침구치료 경험을 계승하여 발전시킨 것이다. 『황제내경』의 『영추(靈樞)』는 「경맥편」, 「경별」, 「경근」으로 경락학을 더욱더 완벽하고 체계적으로 서술했다. 『구침십이원-구침론』에서는 침구도구의 제작에 대해서 설명했고 『구침십이원-사객』 등에서는 침을 잡는 방법과 규칙을 설명했다.

『진요경동』, 『금례』 등에서는 침구의 금기 사항 및 각종 질병의 침구치료법에 대해서 논했다.

위진시대의 황보밀(皇甫謐)은 『침구잡을경』을 씀으로써 침구의학에 지대한 영향을 미쳤으며 북송 초 왕유일(王惟一)은 고금의 침구학 업적을 집대성하여 『동인수혈침구도경(銅人腧穴鍼灸圖經)』 세 권을 편찬했으며 또한 동인(銅人) 2구를 제작



하여 침 놓는 자리를 일목요연하게 볼 수 있게 했다.

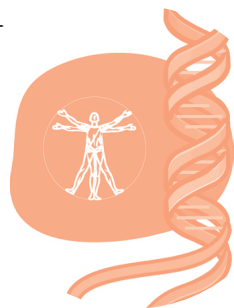
‘12경맥’의 원혈은 모두 사지의 팔 관절, 다리 관절 부근에 있으며 그 명칭과 흐름은 다음과 같다. (1) 태원(太淵: 太陰肺經, 흉, 폐부, 인후부), (2) 합곡(合谷: 陽明大腸經, 두면, 안, 비, 구, 치, 인후), (3) 충양(衝陽: 陽明胃經, 안정면, 구, 치, 인후, 위장), (4) 태백(太白: 太陰脾經, 위장, 복부, 비노, 생식 관계), (5) 신문(神門: 少陰心經, 흉, 심), (6) 완골(腕骨: 太陽小腸經, 두정, 안, 이, 인후), (7) 경골(京骨: 太陽膀胱經, 안면, 두, 안, 체배면), (8) 태계(太谿: 少陰腎經, 폐, 인후, 장, 복부, 비노생식 관계), (9) 대릉(大陵: 厥陰心包經, 흉, 심, 위), (10) 양지(陽池: 少陽三焦經, 측두, 안, 이, 인후), (11) 구허(丘墟: 少陰膽經, 측두, 안, 이, 체측면(협복)), (12) 태충(太衝: 厥陰肝經, 복부, 비노생식 관계, 전음병). 기혈 중 ‘유혈’은 배부에 있는 경혈이며 ‘모혈’은 흉복부에 있는 경혈이다. 이 양 혈은 치료에 자주 이용되며, 이 두 혈을 동시에 치료하면 뛰어난 효과가 나타난다.

6. 황제내경

『황제내경』에서 인간은 자연의 영향에서 벗어날 수 없다고 말한다. 사계절의 기후 변화, 밤과 낮의 일간(日間) 변화, 그리고 각 지방의 물과 흙, 식습관 등이 인체에 영향을 미친다. 그러므로 인체의 생리(生理)와 병리(病理)를 이해하려면 자연조건의 영향에 유의하지 않으면 안 된다. 또 음양오행(陰陽五行)이란 인체의 생리적, 병리적 변화를 인식하고 설명하는 데 이용하는 이론 및 방법이라고 정의하고 있다. 자연계의 사물의 변화는 모두가 음양(陰陽)의 대립과 조화라는 양면으로 되어 있다는 것이다. 이러한 양면에 내재하는 관련성과 상호작용과 부단한 운동이 사물의 성장과 변화 그리고 소멸의 근원이다. 그리하여 모든 물체의 발생과 발전을 ‘음양’의 변화로 해석하고 인식해야 한다고 이해된다.

또 만물은 오행(五行), 즉 화(火), 수(水), 목(木), 금(金), 토(土)로 대표된다. 이 다섯 가지 사이의 상호 원조와 상호 제약의 관계로써 사물의 변화를 해석한다. 상생 속에 상극이 있고 상극 속에 상생이 있으며, 상생과 상극이 공존함으로써 비로소 사물의 내부와 사물 사이에 상대적 평형이 유지되면서 부단히 발전할 수 있다. 이러한 음양과 오행은 상호 관련되며 분리할 수 없는 것으로 모두 장부(臟腑)와 경락(經絡) 등 인체 조직, 장기의 내재 관계를 인식하는 데 이용된다. 이와 같은 것을 토대로 인체의 생리와 병리, 진단과 치료의 진행을 분석하고 연구하며 해석한다.

장부는 인체의 여러 장기를 말하고, 그 속에서 중흥으로 달리는 생명의 기가 통과하는 통로가 경락이다. 우리 몸의 생리적 기능과 병리적 변화는 장부와 경락을 통해 보여주므로 증후(症候)를 판별하고 치료하는 데 중요한 기초가 된다. ‘장(臟)’이란 심(心), 간(肝), 비(脾), 폐(肺), 신(腎)의 ‘오장(五臟)’을 포괄한다. ‘심’은 혀에 그 모습을 드러내며, 혈액순환(血液循環)을 관장하고 오장을 주재하며 정신과 사고의 중추가 되므로 생명활동의 중심이 된다. ‘간’은 눈으로 그 모습을 드러내며 혈액을 저장하고 그 양을 조절하며 근골운동(筋骨運動)을 주도한다. 눈은 간으로부터 영양을 얻어서 비로소 밝게 볼 수 있다. ‘비’는 입으로 그 모습을 드러내며, 위장에서의 소화(消化)와 흡수(吸收)를 돕고, 영양분을 전신에 수송하고, 혈액 제조의 원천이 되며, 오장육부와 사지 골격이 모두 비로부터 영양을 의뢰하며, 후천(後天)의 본이 된다. ‘폐’는 코에 그 모습을 드러내며, 호흡(呼吸)을 주재하고 백맥(百脈; 모든 맥)을 모아 전신을 채우는 장기이다. ‘신’은 귀에 그 모습을 드러내며, 골수(骨髓)와 오액(五液; 인체의 각종 체액)을 주재하며, 체내 수액대사(水液代謝)의 평형을 유지하게 하고 발육(發育)과 생식(生殖)에 으뜸가는 장기이다. 고대인은



신을 선천(先天)의 본이라 했다.

『황제내경』에 의하면 ‘부(腑)’란 담(膽), 위(胃), 대장(大腸), 소장(小腸), 방광(膀胱), 삼초(三焦)의 육부를 말한다. “전화물이불장(轉化物而不藏)이요, 고실이불능만야(故實而不能滿也)”라 하여 소화와 흡수 및 배설의 장기라 했다. 음식물을 먹고 흡수된 영양분이 ‘정기’가 되어 혼과 더불어 혈액에 내장되며 주로 신과 간을 거쳐 폐를 중심으로 하여 전신에 전파되고, 소화는 위와 비를 주로 하여 이룩되며, 소장과 대장을 거쳐 외부로 배설되고, 소장과 대장에서 흡수된 수분이 좌신(左腎)을 거쳐 비뇨작용으로 오줌이 되어 방광을 경유하여 외부로 배출되고, 생식은 우신(右腎), 즉 명문(命門)에서 이루어진다. 이러한 모든 생명현상을 초경험적(超經驗的) 삼초의 힘으로 설명하려 했다.

7. 상한잡병론

후한 말기 장사(長沙) 태수 장중경(張仲景)은 『소문(素問)』, 『침경(鍼經)』, 『난경(難經)』 등 고전 의서를 깊이 연구하고 처방을 널리 구하여 『상한잡병론(傷寒雜病論)』을 펴냈다. 상한(傷寒)이란 장티푸스나 인플루엔자 등 악성 유행병의 총칭이며, 잡병(雜病)이란 발열을 수반하지 않는 일반적인 만성병의 총칭이다. 이 책은 주로 약물에 의한 치료를 그 내용으로 하고 있다. 『상한잡병론』은 한의학의 변증논치(辨證論治)의 기본 법칙을 확립하고 발전시키는 데 크게 기여했다. 장중경은 『황제내경』 등 고전 의서의 기본 이론을 계승하고 풍부한 의료 경험을 결합하여 육경(六經)으로써 상한을 논하고, 장부(臟腑)로써 잡병(雜病)을 논하며, 이법과 방약을 포괄한 비교적 체계적 변증시치(辨證施治)의 이론체계를 세워 중국의학의 기초이론과 진단 및 치료를 긴밀하게 결합시켰다. 『상한잡병론』은 이후 상한에 관해서 기술한 『상한론』

『傷寒論』과 잡병에 관해서 기재한 『金匱要略(金匱要略)』으로 나뉘어져 오늘까지 전해지고 있다.

『상한론』은 상한의 발병에서부터 그 경과에 따라 변화하는 병의 흐름을 다이나믹하게 서술하고 있고 그때마다 그 변화에 대응하는 치료법이나 치료가 부적절할 때 일어날 수 있는 병증과 그것에 대응하는 치료법까지 기술하고 있다. 장중경은 질병의 각종 증상을 사기(邪氣)가 들어온 경락과 장부의 깊이에 따라서, 그리고 환자의 체질에 따라서, 정기의 상태에 따라서, 병세의 강약에 따라서, 숙질 유무에 따라서 종합적으로 분석하여 발병의 규칙성을 찾아 치료 원칙을 확정지었다. 그는 창의적인 방법으로 외감과 열성병의 모든 증상을 여섯 개의 증후군과 여덟 개의 변증강령으로 귀결시켰다.

육경이라는 것은 태양(太陽), 양명(陽明), 소양(少陽), 태음(太陰), 소음(少陰), 궤음(厥陰) 등 여섯 개의 경락(經絡)을 가리키는데, 각각의 경(經)에는 족경(足經)과 수경(手經)이 있어 전부 12개의 경락을 포함함과 동시에 12개의 경(經)에 속하는 장부도 포괄한다. 예를 들면 태양경은 족태양경의 부, 즉 방광을 포함할 뿐만 아니라 수태양경의 부, 즉 소장도 포함한다는 식이다. 상한론의 육경은 각각 경의 생리기능뿐만 아니라 육경 및 거기에 소속하는 장부의 병리변화에 대해서도 말한다. 육경변증이라는 것은 외부에서 감염된 병의 발생, 발전, 전화의 과정에서 나타나는 복잡하게 뒤섞인 증후를 여섯 가지 병증으로 귀납하는 것을 말한다. 이것이 육경병이다.



이것의 임상적 의의는 다섯 가지가 있다. 첫째, 태양, 양명, 소양을 양증(陽證), 그 외 세 가지를 음증(陰證)이라고 하는 식으로 질병의 성질을 결정한다. 둘째, 태양병(太陽病)은 표(表), 소양(少陽)은 반표반리(半表半裏), 그 외는 리(裏)라고 하는 식으로 병의 정도를 결정한다. 셋째, 삼양병(三陽病)은 열증이 많고 삼음병(三陰病)은 한증이 많다는 식으로 한열의 경향이 결정된다. 넷째, 나쁜 기운과 좋은 기운의 소장(消長)과 증후의 특이점이 결정된다. 예를 들면 삼양경병은 실증(實證)이 많다고 하는 식이다. 마지막으로 입법처방(立法處方)이 결정된다. 즉 질병의 음양(陰陽), 표리(表裏), 한열(寒熱), 허실(虛實)에 의거해서 한(汗), 토(吐), 하(下), 화(和), 온(溫), 청(淸), 보(補), 소(消) 등의 치료법을 세워 치료의 방약을 결정한다. 예를 들면 태양병은 신온해표(辛溫解表: 자극성이 있는 몸을 따뜻하게 하는 작용의 약재에 의해 표를 해방하여 땀을 내게 하는 것)의 마황(麻黃), 계지탕(桂枝湯)이 좋다고 하는 경우이다. 이러한 방제는 엄격하고 정교한 조제법을 갖추고 있으며 증상에 따라 약을 더하거나 빼는 것이 가능하고 치료 효과도 뛰어나 감탄을 자아낸다. 특히 후세 방제학의 발전 중 모든 약물 배합 및 가감 변화의 원칙에 커다란 영향을 미쳤으며 현재까지 많은 의사들이 따르고 있다.

『상한잡병론』은 진단법과 약물을 주로 하는 치료법을 긴밀하게 결합한 최초의 임상의학서였고, 그때까지의 경험 가운데 맥상(脈狀)과 증후(症候)와 약(藥)과의 관계가 지식으로 축적된 것을 집대성한 것이었다. 춘추전국시대로부터 전한(前漢)에 이르는 시대에 의원은 집단으로서 존재했다. 그러다가 후한(後漢)에 이르러 의학의 학파는 해체되고 그중에서 개인의 저작이 나오기 시작한다. 이를 선언한 것이 『상한잡병론』이었다. 장중경의 저서로는 이 책 외에도 『변상한(辨傷寒)』 10권, 『평병약방(評病藥方)』 1권, 『요부인방(療婦人方)』 2권, 『오장론(五臟論)』 1권, 『구치론(口齒論)』 1권이 있다.

8. 상한잡병론의 처방

『상한잡병론』의 처방을 분류하면 다음과 같다.

(1) 약재를 취하여 처방 명으로 한 것: ①계지탕(桂枝湯), ②인삼탕(人蔘湯), ③택사탕(澤瀉湯), ④저령탕(豬苓湯), ⑤마황탕(麻黃湯), ⑥갈근탕(葛根湯), ⑦인진호탕(茵陳蒿湯), ⑧산조인탕(酸棗仁湯), ⑨황련탕(黃連湯), ⑩오수유탕(吳茱萸湯), ⑪황금탕(黃芩湯), ⑫목방기탕(木防己湯), ⑬백두옹탕(白頭翁湯), ⑭복령음(茯苓飲), ⑮마자인환(麻子仁丸), ⑯맥문동탕(麥門冬湯), ⑰황토탕(黃土湯), ⑱자감초탕(炙甘草湯), ⑲부자탕(附子湯), ⑳오두탕(烏頭湯), ㉑천웅산(天雄散), ㉒오매환(烏梅丸), ㉓대시호탕(大柴胡湯), ㉔소시호탕(小柴胡湯), ㉕감초탕(甘草湯), ㉖당귀탕(當歸湯), ㉗의이인탕(薏苡仁湯).

(2) 두 가지 약재를 취하여 처방 명으로 한 것: ①과루계지탕(瓜蒌桂枝湯), ②오두계지탕(烏頭桂枝湯), ③지부자탕(桂枝附子湯), ④감초부자탕(甘草附子湯), ⑤계지인삼탕(桂枝人蔘湯), ⑥복령택사탕(茯苓澤瀉湯), ⑦복령감초탕(茯苓甘草湯), ⑧생강감초탕(生薑甘草湯), ⑨부자갱미탕(附子粳米湯), ⑩반하고주탕(半夏苦酒湯), ⑪반하후박탕(半夏厚朴湯), ⑫황련야고탕(黃連阿膠湯), ⑬치자백피탕(梔子柏皮湯), ⑭방기복령탕(防己茯苓湯), ⑮방기황기탕(防己黃芪湯), ⑯계지복령환(桂枝茯苓丸), ⑰대황목단피탕(大黃牡丹皮湯), ⑱대황소석탕(大黃消石湯), ⑲죽엽석고탕(竹葉石膏湯), ⑳당귀작약탕(當歸芍藥湯), ㉑대황부자탕(大黃附子湯), ㉒선복화대자석탕(旋覆花代赭石湯), ㉓굴피죽여탕(橘皮竹茹湯), ㉔영계오미감초탕(荅桂五味甘草湯), ㉕감초마황탕(甘草麻黃湯).

(3) 약재 세 종류를 취하여 처방 명으로 한 것: ①갈근황련황금탕(葛根黃連黃芩湯), ②시호계지건강탕(柴胡桂枝乾薑湯), ③계지작약지모탕(桂枝芍藥知母湯), ④마황연초적소두탕(麻黃連軹赤小豆湯).

(4) 모든 약재 이름을 취하여 처방 명으로 한 것: ①계지감초탕(桂枝甘草湯), ②복

령행인감초탕(茯苓杏仁甘草湯), ③영강출감탕(苓薑朮甘草湯), ④영계출감탕(苓桂朮甘草湯), ⑤영계감초탕(苓桂甘草湯), ⑥영계미감탕(苓桂味甘草湯), ⑦영감오미강신탕(苓甘五味薑辛湯), ⑧영감강미신하탕(苓甘薑味辛夏湯), ⑨영감강미신하인탕(苓甘薑味辛夏仁湯), ⑩영감강미신하인황탕(苓甘薑味辛夏仁黃湯), ⑪감초마황탕(甘草麻黃湯), ⑫마황부자세신탕(麻黃附子細辛湯), ⑬마황부자감초탕(麻黃附子甘草湯), ⑭마황행인감초석고탕(麻黃杏仁甘草石膏湯), ⑮마황행인의이감초탕(麻黃杏仁薏苡甘草湯), ⑯대황감초탕(大黃甘草湯), ⑰굴피대황박소탕(橘皮大黃朴消湯), ⑱작약감초탕(芍藥甘草湯), ⑲작약감초부자탕(芍藥甘草附子湯), ⑳감맥대조탕(甘麥大棗湯), ㉑감초분밀탕(甘草粉蜜湯), ㉒감초건강탕(甘草乾薑湯), ㉓의이부자패장산(薏苡附子敗醬散), ㉔치자시탕(梔子豉湯), ㉕치자감초시탕(梔子甘草豉湯), ㉖치자생강시탕(梔子生薑豉湯), ㉗후박생강반하감초인삼탕(厚朴生薑半夏甘草人蔘湯), ㉘건강인삼반하환(乾薑人蔘半夏丸), ㉙계지감초용골모려탕(桂枝甘草龍骨牡蠣湯), ㉚궁귀교애탕(芎歸膠艾湯).

(5) 처방의 효능으로 이름 지은 것: ①사심탕(瀉心湯), ②조위승기탕(調胃承氣湯), ③하어혈탕(下瘀血湯), ④배농탕(排膿湯), ⑤배농산(排膿散), ⑥이중환(理中丸), ⑦속명탕(續命湯), ⑧소건중탕(小建中湯), ⑨대건중탕(大建中湯), ⑩대함흉탕(大陷胸湯), ⑪대함흉환(大陷胸丸), ⑫소함흉탕(小陷胸湯), ⑬회역탕(回逆湯), ⑭통맥회역탕(通脈回逆湯), ⑮회역산(回逆散), ⑯비급원(備急圓), ⑰주마탕(走馬湯), ⑱신기환(腎氣丸), ⑲분돈탕(奔豚湯), ⑳온경탕(溫經湯), ㉑중건중탕(中建中湯).

(6) 크기나 숫자로 이름 지은 것: ①소건중탕(小建中湯), ②대건중탕(大建中湯), ③소시호탕(小柴胡湯), ④대시호탕(大柴胡湯), ⑤소청룡탕(小青龍湯), ⑥소승기탕(小承氣湯), ⑦대승기탕(大承氣湯), ⑧소반하탕(小半夏湯), ⑨대반하탕(大半夏湯), ⑩소함흉탕(小陷胸湯), ⑪대함흉탕(大陷胸湯), ⑫오령산(五苓散), ⑬팔미환(八味丸), ⑭인진오령산(茵陳五苓散), ⑮후박칠물탕(厚朴七物湯), ⑯삼물황금탕(三物黃芩湯), ⑰육물황금탕(六物黃芩湯), ⑱십전대보

탕(十全大補湯).

(7) 사방수호신으로 이름 지은 것: ①청룡탕(靑龍湯), ②백호탕(白虎湯), ③현무탕(玄武湯).

(8) 원방에서 가감하여 이름 지은 것: ①계지가작약탕(桂枝加芍藥湯), ②계지거작약탕(桂枝去芍藥湯), ③계지가갈근탕(桂枝加葛根湯), ④계지가황기탕(桂枝加黃芪湯), ⑤계지가작약대황탕(桂枝加芍藥大黃湯), ⑥계지거작약가마황부자세신탕(桂枝去芍藥加麻黃附子細辛湯), ⑦계지가용골모려탕(桂枝加龍骨牡蠣湯), ⑧계지거작약가축질용골모려탕(桂枝去芍藥加蜀漆龍骨牡蠣湯), ⑨마황가출탕(麻黃加朮湯), ⑩갈근가반하탕(葛根加半夏湯), ⑪시호거반하가과루탕(柴胡去半夏加枳實湯), ⑫시호가용골모려탕(柴胡加龍骨牡蠣湯), ⑬백호가인삼탕(白虎加人蔘湯), ⑭백호가계지탕(白虎加桂枝湯), ⑮회역가인삼탕(回逆加人蔘湯), ⑯소반하가복령탕(小半夏加茯苓湯), ⑰목방기거석고가복령망초탕(木防己去石膏加茯苓芒硝湯), ⑱당귀회역가오수유생강탕(當歸回逆加吳茱萸生薑湯).

(9) 약효에다 약물 이름을 붙인 것: ①황기건중탕(黃芪建中湯), ②대황황련사심탕(大黃黃連瀉心湯), ③도핵승기탕(桃核承氣湯), ④복령회역탕(茯苓回逆湯), ⑤부자사심탕(附子瀉心湯), ⑥회역가인삼탕(回逆加人蔘湯), ⑦반하사심탕(半夏瀉心湯), ⑧감초사심탕(甘草瀉心湯), ⑨생강사심탕(生薑瀉心湯), ⑩정력대조사폐탕(葶藶大棗瀉肺湯), ⑪당귀회역탕(當歸回逆湯), ⑫당귀회역가오수유생강탕(當歸回逆加吳茱萸生薑湯), ⑬당귀건중탕(當歸建中湯).

9. 이시진의 본초강목

주(周)나라에서는 이미 사용하는 약물의 종류가 많아지고 투약 경험이 쌓이고 풍부해지니, 『주례(周禮)』, 『시경(詩經)』, 『산해경(山海經)』에 약물에 관한 기록이 나타나기 시작했으며 서한(西漢) 초기에는 약물에 관한 전문서적 『신농본초경(神農本草經)』이 나타났다. 이 책은 태고에서 한대(漢代)에 이르는 기간 동안 민간에서 축적

한 약물에 관한 지식을 총괄한 것으로 몇몇 의가가 이어가며 저술한 것이다. 이 책에 실린 약물은 모두 365종이다. 그 가운데 식물약이 가장 많은 252종이며, 동물약이 67종, 광물약이 46종이다. 약물의 효용과 사용 목적에 따라 상, 중, 하로 나누었고 상품은 120종으로 일반적으로 독성이 약하거나 무독하며 흔히 ‘보양 약물’이라 불리는 것들이었다. 중품도 120종이며 유독한 것과 무독한 것이 있는데 대개는 보양과 질병 치료를 겸한 약이었다. 하품은 125종이며 보통 독성이 있는 것이 많아 오직 치료 목적으로 사용되는 약물이다. 이 책은 먼저 약물 이론을 적고 약물의 채취 시기와 저장법 등을 기술했다. 치료할 수 있는 주요 병증(病症)으로는 약 170가지를 들었는데, 거기에는 내과, 외과, 부인과, 안과, 이비과, 치과 등의 질환이 포함되어 있다. 약효의 대부분이 정확하며 오늘날에도 꽤 실용 가치가 있는 것들이다.

한의학은 한나라 시대에 이미 『황제내경』의 침구술(鍼灸術)을 중심으로 하는 물리요법이나 양생법(養生法)과 ‘상한론’의 약물요법, 그리고 ‘본초(本草)’라는 약물학으로 일단 완성되어 이후 2천년 동안 이어졌다. 『신농본초경』은 당나라 시대에 소실되었으나 그 내용은 역대 본초경 속에 남아 명청대에 이르기까지 큰 영향을 미쳤으며, 명나라 이시진(李時珍)의 『본초강목(本草綱目)』이 나오기까지 이 책의 분류법이 본초 분류의 표준으로 계승되어왔다.

이시진은 『신농본초경』 이후 역대 본초서적의 각종 약물 관련 자료들을 다시 분석하고 정리하여 강(綱), 목(目) 등의 체계로 배열했다. 그는 『신농본초경』 이래로 1,000여 년 이상 이어져온 상, 중, 하 삼품 분류법을 깨고 약물을 물, 불, 흙, 금석, 풀, 곡류, 채소, 과일, 나무, 곤충, 어류, 조개류, 가금류, 짐승, 사람 등 16부로 구분하고 총 60가지를 실었다. 또 약품마다 강이라고 하고 강 아래에는 목

으로, 강목이 뚜렷했다. 뿐만 아니라 약물의 교정, 이름, 집해, 정도, 수치, 맛, 치료, 발명, 부록, 참고 방제 등 약물의 지식을 체계적으로 기술했다. 그는 중점은 명확하게, 내용은 상세하게, 분량은 많으나 번잡하지 않게 만들었다.

『본초강목』은 모두 16부, 52권으로 이루어져 있다. 유명 저서에 실린 약물 1,518종과 이전 사람들의 경험을 바탕으로 수록한 374종 등 모두 1,892종이 실려 있으며, 그중 식물이 1,195종을 차지한다. 역대 본초 저서들의 핵심을 흡수했고 이전의 착오나 잘못된 점을 고치고 부족한 부분을 보충했다. 저서 앞쪽에는 약물을 그린 그림 1,100여 개를 실었다. 『본초강목』에 실린 각 종류의 참고 방제가 11,096개인데 내과, 외과, 부인과, 소아과, 이비인후과 등을 포함한 임상에 두루 쓰이는 방제를 모아놓았다. 치료할 수 있는 범위는 일상적인 질병과 다발병을 위주로 방제의 형태도 환약, 가루, 석고 등 종류가 많았고, 방제들은 과학적이고 간편하며 아주 실용적이었다. 약학의 백과전서라고 할 『본초강목』은 『천공개물』과 『농정전서』와 함께 명대의 백과사전적 과학서적의 걸작 세 편이 되었다.

10. 손사막의 천금요방

수당시대는 정치가 통일되고 경제문화가 꽃피던 시기로 대내외적으로 교통이 발달되면서 외부에서 들어오는 약물이 날로 증가했다. 약물 사용에 관한 경험도 풍부해지고 약물학에 대한 종합 분석도 객관적이어야 할 필요가 있었다. 이런 사회적 분위기 속에서 손사막(孫思邈)의 『비급천금요방(備急千金要方)』, 『천금익방(千金翼方)』이 세상에 나왔다.

그가 쓴 『비급천금요방』은 모두 30권으로 이루어져 있으며 의학총론, 부인과, 소아과, 철교, 제풍, 각기, 상한, 내질, 용저, 해독, 급성질환, 식치, 평맥, 침구 등

으로 구분하여 232문, 5,300개의 방제가 들어 있다. 『상한잡병론』이 하나의 병에 하나의 처방을 썼다면 손사막이 쓴 『천금요방』에는 하나의 병에 여러 처방을 제시하고 또한 장중경의 최고 처방을 융통성 있게 이용했다. 어떤 경우에는 두 개의 처방을 묶어 하나의 복방(復方)을 만들어 사용하면서 치료 효과를 드높이기도 했다. 또 어떤 경우에는 하나의 처방을 여러 개로 나누어 각 증상에 대해 치료를 하기도 했다. 『천금익방』은 『천금요방』의 보충으로서 모두 30권으로 구성되어 있으며 이전의 본초 저서에 사용되지 않은 약물을 수록하고 많은 처방과 치료법을 보충했다. 이 책에 수록된 약물은 800여 종에 이른다. 당나라 이전의 의학 분야의 성과를 체계적으로 엮은 이 두 저서를 한꺼번에 일컬어 『천금방(千金方)』이라고 부른다.

각기병은 비타민B1 결핍으로 생기는 병인데 이 각기병으로 중국 강남 일대의 백성들이 여러 해 동안 고생하고 있었다. 손사막은 방기, 세신, 서각, 피마자 잎, 축교, 방풍, 오수유 등 비타민B1이 풍부한 약물을 이용하여 각기병을 치료하고, 비타민B1이 들어 있는 왕겨를 죽으로 끓여 먹도록 함으로서 각기병을 예방했다. 유럽보다 1,000년이나 앞선 훌륭한 처방이었다. 한편 손사막은 부인과 세 권, 소아과 한 권을 『천금요방』의 맨 앞에 두어 눈에 띄게 했다. 그는 또한 한 가지 병이나 전공을 물려받던 당시 의학계의 낡은 관행을 타파하고 종합적인 방법으로 질병을 치료하자고 주장했다.

11. 금원사대가

1115년에 북방의 이민족이 금나라를 세우고 1127년에는 북송을 멸망시켜 송의 왕실을 남쪽으로 쫓아내고 중국의 지배자가 되었다. 이어서 몽골족이 일어나 금



나라를 멸망시키고 국호를 원이라 칭하고 1367년까지 중국을 지배했다. 이 금원시대에는 특이한 문화가 일어나 중국의학에 유파가 생겼다. 유완소(劉完素), 장종정(張從正), 이고(李杲), 주진형(朱震亨)은 ‘금원사대가(金元四大家)’로서 당시 널리 성행했던 운기학설(運氣學說)을 중시했다. 하지만 실제 임상에서는 서로 강조하는 내용이 달라 독립된 학파를 이루었다.

‘한랭파(寒冷派)’로 불리는 유완소는 병을 일으키는 주된 원인을 화기(火氣)라고 지적하면서 병을 치료하기 위해서는 한랭 약물을 사용하여 심화(心火)를 내리고 신수(腎水)를 보강해야 한다고 했다. 유완소는 송나라 때 쓰인 『화제국방(和濟局方)』에 따라 치료를 행하는 국방파가 간편하게 처방하는 의학적인 폐해를 보고 복고주의를 제창하고 소문의 주석서인 『소문현기원병식(素問玄機原病式)』을 저술하여 의설을 주장했고 치료법으로는 장중정의 방법론을 응용하여 한랭의 제를 많이 사용했다. 질병의 주원인이 열에 의한 것이 많기 때문에 화를 억제하기 위하여 사화제로서 사용한 것이었다.

‘공하파(攻下派)’로 불리는 장종정은 질병이 주로 인체를 침입한 사기(邪氣) 때문에 생긴다고 파악하고 치료의 방법으로 사기를 몸 밖으로 내보내는 땀 흘리기(汗), 토하기(吐), 설사(下)의 세 가지 방법을 강조했다. 장종정은 처음에는 유완소의 의방을 추종하고 소문, 난경 등을 연구했는데 후에는 스스로 깨우쳐 상한론의 방법인 한토하(發汗, 嘔吐, 瀉下)의 3법을 실행하여 공격적인 치료법을 사용했다. 특히 병독의 배출을 꾀하기 위하여 하제를 많이 사용했다. 장종정의 저서 10부 중 『유

문사친(儒門事親)』은 그가 가장 공들인 저작이다.



이고는 원기(元氣)의 충족 정도가 인체의 건강과 질병을 결정짓는 중요한 요인이라고 설명하면서, 오장육부 가운데 비장과 위장의 작용을 강조했다. 그가 ‘보토파(補土派)’로 불리는 것은 오

행이론에서 비장과 위장을 토(土)에 속하는 장부

로 보고 있기 때문이다. 이고는 장종정의 문인이었

던 장원소(張元素)의 제자로서 “운기는 해마다 변하므로 고
방으로는 현재의 병을 치료할 수 없기 때문에 새로운 시대의 질병에는 새로운 처
방을 사용해야 한다”는 장원소의 운기설에 따라 유장파의 공격적 치료가 체력을
상하게 하는 폐해가 있음을 비판하고 전신의 체력 증강을 주안점으로 삼아 비위
를 보하는 데 전념했다. 그것은 오행설에 따라 비가 토에 속하고 토는 만물의 어
머니이므로 이것을 보하는 것이 치료의 근본이라고 주장한 것으로 그는 자기의
설을 해설하여 『비위론(脾胃論)』을 썼다. 그의 주장에 기초하여 제창한 ‘보중익기
탕(補中益氣湯)’은 오늘날에도 유명하다.

주진형에 따르면, 사람들이 가진 색욕이나 식욕과 같은 지나친 욕심이 몸 안의
상화(相火; 몸안에 있는 양기의 일종)를 격동시키게 되고, 그로 인하여 인체에는 항상 음
정(陰精)이 부족하다고 한다. 결국 인체의 원기가 손상되고 질병이 발생한다는 것
이다. 따라서 욕심을 줄이고 음식을 절제하는 등 마음을 다스려 건강을 지켜야
하고, 만약 병이 들면 음정을 보충하여 화기를 내려야 한다는 ‘자음(滋陰) 이론’을
전개했다. 주진형은 이고의 문인이었던 나지제(羅知悌)의 제자로서 이고의 심오한
원리를 닦아 유장이 3가의 설을 절충하여 자기의 학설을 크게 세웠다. 그는 질병

을 외상과 내상으로 나누고 비위가 쇠하면 전신이 병들기 때문에 비위를 보하여 원기를 끌어올리는 것이 병 치료의 요결이라고 설명하고 또 ‘양유여 음부족(陽有餘陰不足)’의 설을 제창하여 양은 항상 넘치고 음은 항상 부족하며 기는 항상 넘치고 혈은 항상 부족하다고 설명했다. 또한 음을 항상 축축이 적시고 화를 내리는 것을 중요하게 여겨야 한다고 하며 ‘자음강화탕(滋陰降火湯)’을 만들었다.

유장파(劉張派)는 유완소와 그의 후계자인 장종정을 중심으로 한 학파로서 금나라의 대표적인 학파이다. 이주학파(李朱學派)는 원시대를 대표하는 학파로서 유장학파에 대한 비판적 입장에 섰다. 유완소와 장종정의 병인론(病因論)의 주된 특징이 오운육기(五運六氣)의 외적인 작용에 주목한 것이라면, 이고와 주진형은 오운육기의 작용에 따른 인체 내부의 정기(精氣)의 손상을 직접적인 질병의 원인으로 이해했다. 이처럼 금원시대에는 중국의학이 두 학파로 나뉘어졌는데 그 의학 원리는 모두 음양오행설(陰陽五行說)과 오운육기설(五運六氣說)을 기초로 하고 있으며 또 장부경락배당(臟腑經絡配當) 및 인경보사설(引經報使說)을 이용했다. 이 설들은 원래 『황제내경』의 침구요법에 관한 이론들이 성리학의 영향을 받아 더욱더 사변적으로 된 것들이다.

금원사대가의 이론 중에 유완소와 장종정이 주장한 화열(火熱)과 공사(攻邪)를 패도(霸道)라고 한다면, 이고와 주진형의 토(土)와 음(陰)을 보충하자는 주장은 왕도(王道)에 비유할 수 있다. 만약 인체를 각각 음양을 포함하는 태극에 비유하고 질병을 음양의 불균형이라고 한다면, 패도는 넘치는 부분을 없애는 일을, 왕도는 부족한 부분을 늘리는 일을 담당하는 것이다. 궁극적으로 추구하는 목표는 ‘음양의 균형’이다.



1 고려의 향약

2 동의보감

3 동의수세보원

4 북한의 한의학

5 일본의 해체신서

6 중국의 중의학



제 5 장

한중일 한의학의 특징



한중일 한의학의 특징

1. 고려의 향약

우리나라의 민족 의학은 고조선시대에 이미 싹트기 시작하여 고려시대로 들어오면서 민간의료 자료들이 한문으로 기록되기 시작했다. 그러나 이들 민간병의 특징은 종합 의서가 아닌 ‘향약(鄕藥)’을 위주로 하는 방식과 처방으로 산간벽지 등 의서가 없는 지역에서 간단히 치료할 수 있는 정도였다. 향약이란 중국의 의학체계인 한약(漢藥)과 당약(唐藥)에 대한 상대적 개념이다. 이런 제목을 가진 의서들로 『향약구급방(鄕藥救急方)』과 『향약고방(鄕藥古方)』이 있다. 『향약구급방』은 약재들을 한자 속어(우리말)로 표기했다. 고려 말에는 삼화자(三和子)의 『삼화자향약방(三和子鄕藥方)』이 집대성되었다. 향약 전통은 조선시대로 이어져 『동인경험방(東人經驗方)』이 추가된 『향약제생집성방(鄕藥濟生集成方)』 30권이 태종대에 간행되었다. 이후 세종은 향약 장려정책을 계승해 1431년 집현전 학자들에게 『향약집성방(鄕藥集成方)』의 편찬을 명했다. 이 책은 『향약제생집성방』을 증보해서 959종의 병증과 1만 706종의 방문(方文), 1416조(條)의 침구 방법 등을 수록한 85권 30책의 방대한 종합 의서로 완성되었다. 이 책에는 1만 706가지 약방이 소개되어 있는데, 병의 증세(바람, 열, 광란, 어지러움 등)에 따른 분류와 질병의 부위(머리, 눈, 코, 귀, 피부 등)

에 따른 분류로 나뉘어 있다. 이들 약재는 10부로 분류해 설명하고 있는데 이들을 다시 3품으로 나눠서 설명하고 있다.

전통적으로 한반도는 중국의 『본초서』를 그대로 이용하면서 ‘향약명(鄕藥名)’을 확인하고 대조하여 이용하는 수준이었다. 그러나 약용식물은 산지에 따라 다른 종류의 식물일 수도 있다. 또 같은 종(種)이라도 산지에 따라 약효가 서로 다를 수도 있다. 게다가 수입 약재일 경우 이를 같은 약효를 가진 국산 약품으로 대체할 수 있다면 막대한 비용을 줄일 수도 있다. 세종은 백성들이 쉽게 ‘향약’을 재배하고 채취하도록 지침서 『향약채취월령(鄕藥採取月令)』을 발행했다. 이 책은 160종의 약용식물의 성질과 약효 등을 기록하고 어떻게 건조시켜야 하는지도 설명하고 있다. 이 책이 완성된 후 더 큰 열매로 맺어진 것이 『향약집성방』이다. 『세종실록 지리지(地理志)』에는 각 지방에서 어떤 약재가 나며, 그 가운데 중앙으로 공납하는 종류는 어느 것들인지 등이 밝혀져 있다.

세종의 과학기술정책에는 중국 원대까지 축적된 세계적인 과학기술을 소화하려는 집념이 곳곳에 묻어 있다. 의학에서도 원나라에 이르는 동안 축적된 의학 정보를 집대성할 목적으로 금원사대가의 의술을 정리하려는 계획을 수립했다. 이러한 노력의 결실은 『의방유취(醫方類聚)』라는 백과사전 프로젝트로 빛을 보았다. 이 책은 중국 고대부터 원나라에 이르는 의서들을 수집하여 각종 처방들을 체계적으로 분류하고 정리한 책이다. 1445년에 완성된 『의방유취』는 365권으로 출간되어 방대한 자료를 남기고 있다. 너무나 방대하여 1477년 266권으로 다시 정리하여 30질만 출간되었다. 이제는 임상과 이론이 적절한 분량으로 결합



된 의학서적이 필요하다.

조선의 한의학은 허준의 『동의보감(東醫寶鑑)』이 가장 우뚝한 봉우리를 이룬다. 이 책은 25권의 분량 속에 「내경(內經)편」, 「외형(外形)편」, 「잡병(雜病)편」, 「탕액(湯液)편」, 「침구(鍼灸)편」이 구분되어 있는데, 그 편리함 때문에 한의학의 중요한 고전이 되어 동아시아 각국에서 여러 차례 출간되었다. 허준은 수많은 의서와 학파들의 난립으로 혼미해진 상황에서 전통의학의 핵심을 찾아내 오류를 바로 잡으려 했다. 허준은 중국의 의학 전통에서 북의(北醫)를 대표하는 이고와 남의(南醫)를 대표하는 주진형을 언급하면서 우리나라의 의학도 북의-남의와堂堂하게 견줄 수 있는 동의(東醫)의 전통을 가지고 있다고 했다.

중국은 땅이 매우 넓고 지역마다 기후가 달라서 풍토병이 많다. 이런 상황에서 중국의 의원들은 병의 원인을 몸 외부의 요인인 풍, 한, 서, 습, 조, 화에서 찾게 되었고 주변의 기운에 따라 병을 나누었다. 의서도 그에 따른 증상과 치료 방법을 기록하는 방식으로 구성했다. 중국 의서에 많은 영향을 받은 조선 초기의 의서들도 자연히 위의 방법을 따랐다. 그런데 허준은 조선은 중국과는 달리 풍토병이 거의 없기 때문에 병의 원인이 외부보다는 사람 몸 내부에 있다는 생각을 가졌다. 『동의보감(東醫寶鑑)』은 몸을 안팎으로 나누어 신체와 그에 따른 병을 파악하고(내경: 內經, 외형: 外形), 여기에 속하지 않은 병을 따로 한 항목으로 묶었다(잡병: 雜病). 마지막으로 각 질병에 대한 치료 수단(탕액: 湯液, 침구: 鍼灸)을 두었다.

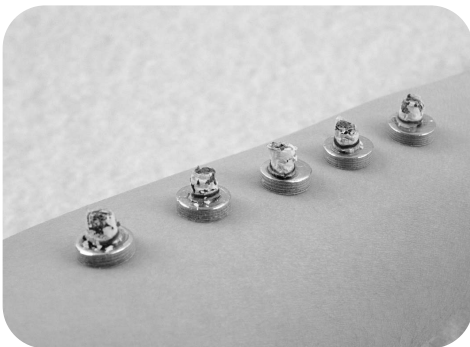
허준은 이 책에서 대략 230여 가지의 의서를 인용하고 있는데, 다른 책들과는 달리 그 출전을 꼼꼼히 밝혀놓았다. 참고서적 명을 살펴보면 총 86종의 의서 명이 나열되어 있는데, 선진 및 진한시대의 의서가 13종, 양진 및 남북조시대의 의서가 9종, 수당시대의 의서가 10종, 송대의 의서가 15종, 금원시대의 의서가 16

중, 명대의 의서가 20종, 그리고 국내 의서가 3종이다.

2. 동의보감

그동안 조선의 의료 혜택은 거의 일반 대중의 손을 떠나 있었다. 그 이유는 약재값이 비쌌으며 의사들이 적었기 때문이었다. 허준의 시대는 기근과 역병의 창궐, 그리고 적극적인 치료법과 그 대응책의 부재로 인구의 감소 현상이 두드러졌다. 특히 소아들의 사망은 매우 심각했다. 전쟁 기간과 기근 시 자식들을 팽개치는 경우가 많았던 당시에 10대 이하의 소아들은 거의 죽을 날만 기다리는 처지였다. 또 임산부들은 산후조리가 좋지 않아 죽는 경우가 많았으며, 임신을 계속하면 유산을 하거나 미숙아를 출산했다. 이 같은 상황은 의학서의 출간을 요구했다. 즉, 『동의보감』과 같은 종합적인 의서뿐만 아니라 언해된 간단한 의서들의 출간이 필수적이었다. 허준은 당시 국가적 사업으로 진행되던 의서 편찬의 핵심 인물이었다. 허준은 3세 미만의 영아에 대한 보호와 질병 치료를 통해 유아의 사망률을 낮추는 것이 인구 증가를 꾀할 수 있는 가장 실질적인 방법으로 이해했다. 그리고 두창(痘瘡)을 가장 잘 앓을 나이인 10세 전후의 아이에게 필요한 두창

문(痘瘡門)을 기록했다. 허준의 『동의보감』은 대부분의 약방문을 중국의 의서로부터 인용한 데 반하여 「두창」 부분에서는 속방(俗方)을 많이 싣고 있다. 그 이유는 두창이 조선시대에 일상적으로 발병했으므로 많은 치료법이 강구되었던 데 기인한다.





『동의보감』의 「탕액편」에서는 당약재(중국의 약재)와 한 약재를 구별하여 당약재의 경우 당(唐)이라 표기하고 향약재의 경우 향명을 부기했다. 약재의 이용 범위가 보다 자세해져서 같은 식물이라도 그 뿌리, 줄기, 잎, 열매 등으로 나누어 이용한다거나 그 전에 잘못 이해하고 있었던 식물 지식을 교정하기도 했다. 허준은 「집례」 부분에서 약재값의 절감을

강조했다. 특히 약재의 가짓수가 너무 많다는 점과 약재의 양을 너무 많이 사용함으로써 약가의 고가를 부추기고 있다고 비판했다.

또 의학자는 본초(약물)에 대한 지식이 풍부해야 한다는 점을 강조하면서 준비 과정과 구하기 쉬운 향약 사용의 확대를 꾀하고 있다. 또한 『동의보감』에 주로 사용된 약재, 즉 여러 번에 걸쳐서 사용된 약재의 수는 매우 한정적이었으며 적어도 4회 이상 10회 정도에 걸쳐 사용된 주요 약재의 경우 90퍼센트 정도가 향명이 부기되어 있는 향약재로서, 전란 후의 약재값 앙등과 보급 부족을 해결하려 했던 국가의 입장이, 의관 허준으로 하여금 보다 값이 싸고 구하기 쉬운 향약재 위주로 처방전을 구상하게 했음을 알 수 있다.

『동의보감』의 특징을 요약하면, 실용주의 사상을 적용하여 각종 의서를 취사선택하는 데 간편하면서도 실용성이 있으며, 의학사상의 중심인 ‘정기신론(精氣神論)’에 입각한 내장기의 생리기능의 변조와 정신수양의 섭생에 주관을 두고, 복약과 치료는 이차적으로 보고 있다. 약재는 국산 약재(御藥材)의 사용을 권장했으며, 고방의서를 고증하면서 인용한 학설이나 처방의 출처를 상세히 기록하고 있으며, 처방의 용량에 특히 유의하고 표준 용량의 기준을 세우는 한편, 복용법까지

명시하고 있다. 특히 허준의 의학사상은 『동의보감』 서문과 「집례」에 걸쳐 일관되어 자주적인 민족 의학의 토대를 완성하고 있다. 그 후 허준의 의학사상은 강명길(康命吉)의 『제중신편(濟衆新編)』, 황도연(黃道淵)의 『방약합편(方藥合編)』, 이제마(李濟馬)의 『동의수세보원(東醫壽世保元)』으로 이어졌다. 여기서 『제중신편』과 『방약합편』은 『동의보감』을 기본으로 그 내용을 발췌하고 체계를 간편하게 하여 임상 의들로 하여금 환자 진료를 편리하게 한 책이다.

3. 동의수세보원

이제마의 『동의수세보원』은 사상의학의 원리가 담겨 있는 책으로 사람을 장리(臟吏)와 성정(性情)에 따라 네 가지, 즉 태음인, 소음인, 소양인, 태양인으로 나누었다. 전통 한의학은 자연현상이 인체에 미치는 영향에 주목하고 이를 음양오행의 상생 상극 개념으로 해명하려고 했으나 이제마는 인간을 사상구조 속에 존재하는 경험적 존재임을 검증하려고 했다. 그리고 이러한 경험적 관점에서 인간의 존재구조와 도덕문제를 재구성한 다음 질병 치료의 새로운 방법을 모색했다. 이처럼 우리나라 민족 의학인 한의학은 향약시대를 거쳐 조선조에 이르러 마음과 몸을 함께 다스리는 심신의학, 몸의 형상과 마음의 성정에 따른 체질의학이 나오면서 민족 의학으로서 자주 의학이 성립되었다.

(초기 한의학 이론은 인체의 외부로부터 생리 병리 현상을 관찰 대상으로 하는 한편, 인체 내부의 장기조직에 대한 해부도 함께 진행했음을 알 수 있다. 그런데 당시 한의학의 해부학의 수준은 장기와 장기의 생리기능을 관찰하는 능력이 부족했으며, 설령 관찰 능력이 있다고 하더라도 원인에 대한 치료 수단을 찾는다는 생명체의 병변(病變) 상황을 이해하는 것은 불가능했다. 이 때문에 해부학에서



임상연구의 효과를 얻지 못한 전통 한의학은 음양오행설을 사유 방법으로 끌어들여, 객관적 관찰 능력의 부족과 치료 방법의 한계를 극복하려고 했다. 해부학 대신 음양오행설을 선택한 한의학은 천지인(天地人)과 인체의 장부(臟腑), 사지백해(四肢百骸), 오관구구(五官九竅)가 모두 상호 영향을 준다는 커다란 구조로 체계화함으로써 밖

에서부터 안으로 생명현상에 대한 연구를 진행했다. 당시의 연구자들은 형(形)을 기(氣)가 모여서 이루어진 것으로 인식했는데, 그들의 해부학 수준은 형에 대한 자세한 연구가 불가능했기 때문에 형을 버리고 기를 찾고 유기적 정체(整體) 자연관으로 새로운 한의학 이론의 체계화를 도모했다.

그들은 사계절의 기후 변화가 인체에 미치는 영향을 인정했는데, 인체의 기혈은 사계절에 나타나는 오운육기의 성쇠에 따라 변하고, 이러한 변화는 진맥을 통해 측정 가능하다고 생각했다. 이를 근거로 그들은 운기를 병(病)의 연구와 처방 용약의 선택과 연결했다. 요컨대 병의 진단과 용약의 핵심은 병이 보이는 음양과 허실의 성질을 분별한 다음에야 비로소 정확한 치료를 할 수 있다는 이론이다.

한의학은 기후 변화가 인체에 미치는 영향과 장부의 기능을 음양오행의 상생 상극 관계로 설명한다. 그러나 사상의학은 인간과 만물이 사상구조 안에 존재하는 것으로 파악하고, 이를 기초로 장부가 자연과 어떻게 유기적 관계를 유지하며 기능하는지를 설명한다. 음양오행과 사상구조는 추상과 경험적 방식의 차이로 구분할 수 있다. 즉 몸을 이해하는 이제마의 관점은 첫째, 인간의 지각과 행위 능력은 마음이 아닌 몸에 갖추어져 있다. 둘째, 지각과 행위능력은 몸의 보편적 기

능이다. 몸에는 천기와 인사를 살피고 행하는 지각 기능, 그리고 지혜와 행업(행동과 사업)을 실행하는 기능과 함께 호선(好善) 오악(惡惡)과 사심(邪心)과 태행(怠行)의 기능도 있다. 이들 기능은 보편적 기능으로서 개인차가 없다. 셋째, 다만 구체적인 장부의 기능에는 선천적인 개인차가 존재한다. 폐비간신(肺脾肝腎)의 대소는 크기가 아닌 기능의 대소를 말하며, 이 기능의 대소는 선천적 차이를 의미한다. 이 차이를 근거로 체질을 유형화한 것이다.)

19세기 개화기에 중화적 ‘구질서’에서 벗어나지 못했던 조선은 미국의 선교사들이 한반도 각지에 서양식 병원을 세웠을 때 ‘서양 의료’에 소극적이었다. 이후 일제가 병원을 통하여 제국의 경계선 확대를 꾀했을 때 ‘한의학’은 탄압을 받았다. 우리나라나 중국이나 해방 이전의 한의학은 다 같이 『황제내경』의 철학사상을 기본 이론으로 한 것으로, 우리나라는 허준과 이제마에 이르러 우리나라 사람의 체질, 기후, 풍토에 맞는 ‘동의학(한의학)’이 마련되었으나 체계적으로 재정립하지는 못했다. 이렇게 우리나라의 한의학은 새로운 체계를 정립하지 못한 채 중국의 한의학이나 서양의학을 따르고 있어서 정체성이 거의 없어졌다. 이런 점에서 한의학의 과학화나 중국 한의학의 변증논치(辨證論治)는 정통 한의학의 변질로 보는 사람들도 있다. 해방 후 1992년의 의약 분쟁으로 한의학은 제도권 의학이 되었다.

4. 북한의 한의학

한편 북한에서는 ‘한의학’이 실용주의적 입장에서 서양의학과 공생했다. 질병 치료에서 협진은 물론 한의사가 진찰 방법에서 서양의학적 방법을 쓰거나 서양의학 시술자가 한의학적



치료 방법을 쓰는 등 두 의학의 경계가 허물어졌다.

북한은 한약 생산을 일찍부터 매우 중시했다. 생약의 재배와 채취는 의약품의 원료로서 한국 전후 복구 차원에서 더욱 중시되었다. 피마자, 치황, 천궁, 작약, 해바라기 및 참깨 등의 약초 및 공예 작물들을 농가 주위 휴한지 등에 재배하도록 장려했다. 1958년에는 400여 종의 생약을 859톤 채취하여 외국에 수출까지 했다. 1964년에는 생약 수매량이 5,867톤에 달했다. 1966년에는 분산되어 있는 약초 재배 기지를 정비하여 약초 생산을 전문화·집약화하고, 이에 대한 과학기술적 지도를 강화함으로써 단위당 수확고를 결정적으로 높였다. 1988년 한약이 그 자체로 효과도 좋고, 서양 의약품 수입의 어려움도 풀 수 있다는 필요성에서 약초의 재배 면적이 계속 증대되었고, 약초의 재배와 채취에 참여하는 기관이나 주민의 수도 크게 증가했다. 그리하여 1995년 1만 4,000정보(町步)의 면적에 단삼, 감초, 단너삼(황기) 등 100여 종의 약초를 심어 2,500톤의 약초를 채취했다. 한약 자원 생산에 관한 독려는 오늘날까지도 이어지고 있다.



2003년 북한은 『고려임상의전』을 내놓았다. 이 책은 호흡기병, 순환기병 등 20개의 계통별, 전문 과별로 나누어 총 500개의 질병을 다루어 한의학이 다룰 수 있는 거의 모든 질병을 포괄했다. 또한 각 질병마다 질병의 개념, 원인, 증상 및 진단, 변증(辨證), 예방, 치료를 담았고, 치료 방법으로는 변증치료, 경험치료, 사상치료(四象治療), 침뜸치료, 고려 전자치료, 수법치료(水法治療), 민간요법 등을 망라했다. 또한 일부 질병들에서는 구급치료, 신의

고려배합치료, 자연치료, 식사요법 등을 같이 다루었다. 진단법으로는 서양의학적 진단과 한의학적 진단을 같이 썼다.

5. 일본의 해체신서

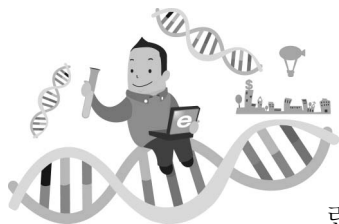
일본의 한의학은 무로마치(室町)시대 말기에 명나라의 금원의학(金元醫學)을 도입하면서부터 점차 형성되어왔다. 초기에는 이주의학(李朱醫學)이 중심이었는데 그 의학은 음양오행설을 근간으로 하고 있었다. 이 유파는 아즈치(安土), 모모야마(桃山)시대에 곡직뢰도삼(曲直瀾道三)이 확립했기 때문에 ‘도삼류(道三流)’라고 불렸다. 그 후에는 이 유파를 ‘후세파(後世派)’라고 불렀고 그 의학은 후세방(後世方)이라 했다. 에도시대 중엽에 『상한론(傷寒論)』을 연구하고 이것에 기초하여 치료를 행하는 유파가 일어났는데, 이것을 ‘고방파(古方派)’라고 하며 그 의학을 고방(古方)이라 불렀다. 고방파는 『상한론』과 『금궤요략(金匱要略; 원래 ‘상한잡병론’)] 외에도 수당시대의 『외대비요(外臺秘要)』, 『천금방(千金方)』 등에 기초하여 치료를 행했는데, 그때 급성 열성병에 대한 치료법이 쓰여 있는 『상한론』을 열이 없는 만성병 치료에도 응용했다. 이점이 고방파의 커다란 특징 중 하나이다.

그 후 고방을 중심으로 하고 후세방의 약(처방)을 함께 이용하는 유파가 나타나 이 유파를 ‘절충파(折衷派)’라고 불렀다. 그러나 절충파는 후세방의 처방을 이용하면서도 후세파의 이론인 음양오행설에는 그다지 구애받지 않고 소위 입으로 전하는 비결(口訣)에 따라 그것을 이용하는 경우가 많았기 때문에 일부에서는 이 유파를 구결파(口訣派)라고도 불렀다.

이렇게 일본에서도 『황제내경』을 기본으로 한의학이 형성되었으며 이런 점에서 동아시아 3국이 거의 비슷한 체계를 가지고 있었다. 그러나 18세기가 되면서

3국 공통적으로 전근대적 사유에 대한 회의와 의문이 일어났다. 일본은 사변적인 성리학을 부정하고 실증적인 경향으로 흘렀다. 한의학에서는 고방파(古方派)의 『상한잡병론』이 중시되었다. 이들은 ‘내경의학(內經醫學)’의 아들이라 할 수 있는 소위 ‘이주(李朱)의학’을 강하게 비판했다. 이러한 흐름의 하나로 야마와키 도요(山脇東洋)는 의학을 공부하면서 가졌던 의혹을 해부를 통해 해결해보려 했다. 그의 해부학 책 『장지(藏志)』는 이렇게 해서 나왔다. 그러나 한의학은 ‘기(氣)’의 과학이다. 기는 몸을 통해 느끼는 것이다. 사람이 죽으면 기가 없어지고, 기가 없어지고 난 뒤의 그릇(藏府)인 몸은 더 이상 의미가 없다. 그러므로 이런 관점에서는 해부나 해부학은 의미가 없다. 해부학은 기 의학인 한의학과는 아무런 관계가 없다.

일본에는 실용성을 추구하는 서학인 ‘난학(蘭學)’이 있었다. 이때 나온 『해체신서(解體新書)』는 근대화의 상징이 되었다. 이 책은 독일의 쿨무스(Johann A. Kulmus)가 펴낸 『Tabulae Anatomicae, 1743』를 번역한 것이다. 『해체신서』에서 해체는 장분(藏分)을 말한다. 장을 나누어 갈라 본다, 즉 해부한다는 말이다. 『해체신서』에 따르면 해부의 방법은 여섯 가지가 있다. 첫째는 뼈와 관절을 조사하는 것이고, 둘째는 선(면도선과 같이 분비작용을 하는 기관)이 있는 장소를 조사하는 것, 셋째는 신경을 조사하는 것, 넷째는 맥관(脈管)의 주행과 맥이 닿는 곳을 조사하는 것, 다섯째는 장기(臟器)의 형상과 그 작용을 조사하는 것, 여섯째는 근육의 주행을 조사하는 것이다.



스기타 겐바쿠(杉田玄白) 등이 해부학 책을 번역하기로 한 것은 무엇보다도 당시 네덜란드의 뛰어난 기술에 대한 감명이었다. “생각하건대 네덜란드의 기술은 대단히 뛰어나다. 지식이나 기술 분야

에서 사람의 힘이 미치는 한 궁구(窮究)를 다하지 않은 것이 없다. 그중에서도 가장 신속하게 세계에 은혜를 줄 수 있는 것은 의학이다.” “중국의 치료법이나 학설을 연구해보면 그것은 무리한 억지가 많고 더구나 모자란 곳이 있기 때문에 이것을 명백히 하려고 하면 점점 알 수 없게 되고 이것을 바로 잡으려고 하면 더욱 틀어져버려서 일상적으로 쓸 수 있는 치료법은 하나도 없다.” 이들에게 기존의 한의학은 완전하지 못할 뿐만 아니라 근본적인 한계를 가진 것이었다. 이들은 기존의 한의학이 갖고 있던, “병은 자연 속에서 자연의 일부인 몸 안의 음과 양이라고 하는 기가 어긋난 것”이 아니라 특정한 장소에 있는 몸의 구조의 이상에서 오는 것이라고 생각했다.

이들이 이러한 질병관을 갖게 된 데에는 배경이 있다. 첫째는 기존의 한의학이 외과가 아니라 내과를 중심으로 발달되어왔다는 점이다. 한의학은 기의학이기 때문에 거기에서는 몸으로 느끼는 기가 중요한 것이어서 그것을 가능하게 하는 구조적 실체로서의 내장과 신경은 의미가 없고, 오로지 기의 작용 기전을 밝힐 수 있는 내경과 경락만이 중요했다. 이런 점에서 외과라는 과목이 없었던 것은 아니지만 적어도 구조적 실체에서 직접 발생하는 질병, 예를 들면 골절과 같은 질환에서 일정한 한계를 보였다는 점이다. 둘째는 이러한 상황에서 일본에 도입된 초기의 서양의학은 남만류(南蠻類)나 화란류(和蘭類)라고 하는 외과가 중심이었다는 점이다. 그리고 이렇게 도입된 외과는 의학만이 아니라 네덜란드의 학문과 문명을 가리키는 난학 전반에 대한 신뢰와 명성을 가져왔다. 세 번째는 17세기 중반부터 시작된 ‘고의방파(古醫方派)’의 성립이다. 고의방파는 기존의 사변적인 한의학 이론을 부정하고 오로지 병 자체의 진행과정과 그에 대한 치료에 중점을 두었다. 특히 고의방파를 만든 고토 곤잔(後藤良山)은 모든 병은 하나의 기가 머물러



막혀서 생긴다는 ‘일기류체설(一氣留滯說)’을 주창했다.

그에게는 일기(一氣) 그 자체보다는 그것이 특정한 장소에 머물러 막혀 있다는 사실이 더 중요했다. 이런 데서 일본만의 고유한 ‘복진(腹診)’이 중요한 진단의 수단으로 발전한다. 이런 점에서 서양의 근대의학이 도입되기 이전에 일본에서는 기를 부정하면서 해부를 받아들일 내

재적 준비가 되어 있었다.

『해체신서』를 번역한 사람들의 관심은 기가 어느 장소에서 막혔는지에 있었다. 이렇게 되면 기는 질병을 이해하는 과정에서 별 의미를 가질 수 없다. 이제 기는 있어도 그만 없어도 그만인 것이다. 이런 상황에서 해체학, 곧 해부학의 도입은 그동안의 한의학의 단점으로 간주되는 외과를 보충하는 것은 물론 기를 배제한 내과의 성립을 가능하게 하는 획기적인 계기가 된다. 결국 『해체신서』가 해체한 것은 단순한 인체가 아니었다. 그것은 철학의 해체였으며 나아가 한의학의 해체였다.

일본은 『해체신서』의 번역과정에서 보여주듯 스스로 서양의학서를 번역하고 서양의학을 일본에 재구성했다. 이러한 수용된 서양의학은 이후 천황제와 제국의 이익을 위하여 적극적으로 이용되었다. 자연, 이전의 전통의학은 보완 의학의 모습으로서 한방(漢方)으로 만족해야만 했다.

6. 중국의 중의학

명나라 말기와 청나라 초기를 경계로 의학 분야에서 외부 문화의 영향이 다른 양상으로 나타났다. 그 이전에는 인도나 시암 등 중앙아시아, 남아시아, 서아시아

아 지역에서 의학이 전해졌지만 중국 전통문화와 본질적인 차이가 없었기 때문에 전체적으로 큰 충돌 없이 융합되거나 흡수되었다. 이후에는 완전히 이질적인 근대 서양의학 지식이 유입되었지만 중국의 한의사들은 여전히 “한의학과 서양의학은 통한다”거나 “서양의학의 근원은 한의학이다”라는 태도를 보였다.

그러다가 아편전쟁에서 패한 후 일본이 메이지유신을 단행한 것처럼 중국에서도 한의학을 완전히 없애자는 주장이 제기되었다. 한의학은 생존의 위협을 느끼자 자신의 장점과 존재의 가치를 부각시켜 변호하고 상대방의 장점을 받아들여 자신의 가치를 더 높이는 작업을 한다. 또한 서양의학의 유입으로 한의학은 수많은 생명과학의 기본 지식을 갖추었다. 서양의학이 들어온 후에야 경락이 혈관이 아니라는 것을 알았고 경락과 장부가 무엇인지 고민하기 시작했다. 이런 사고를 바탕으로 ‘경락학설’과 ‘장상학설’ 등 한의학의 기초이론이 마련되었다.

한의학 치료의 가장 기본적인 특징인 동시에 서양의학과 가장 차별화되는 것이 ‘변증시치(辨證施治)’이다. 변증시치란 각종 증상과 체질 등의 조건을 종합하여 추상적으로 나타나는 증상, 예를 들어 허증(虛症), 실증(實症), 한증(寒症), 열증(熱症)과 같은 증상으로 치료법을 결정하는 행위이다. 이 개념도 서양의학이 들어옴으로써 확실해졌다.

20세기로 접어들면서 외국에서 서양의학을 배운 사람들이 급증했고, 그들은 귀국하여 여러 단체를 설립하면서 ‘의학의 근대화’를 강하게 주장했다. 이들은 곧 ‘한의학’의 복권을 꾀한 전통의학 종사자들과 충돌한다. 이후 근 30년 동안 한



의학에 대해 서양의학으로 해석할 수 있는 부분은 과학이고 서양의학으로 해석할 수 없는 것은 비과학이라는 태도를 취해왔다.

이 동안에 한의학의 유효성을 몸으로 느낀 경험과 오랫동안 현대의학으로 치료할 수 없었던 질병이 한의학 처방으로 치료된 경험이 있어서 한방의 명맥이 지켜져왔다. (오늘날에도 대다수의 동아시아 서민들은 첨단 의료설비를 갖춘 서양 병원에서 치료받기가 힘들어 한의학을 찾는다.)



그럼에도 현대 중국에서 한의학을 인정하는 데 결정적인 역할을 한 요인은 무엇일까? 첫째, 중국은 땅이 넓고 인구가 많아 서양의학이 들어온 후에도 오랜 기간 농촌이나 낙후된 지역의 의료 수요를 만족할 수 없어서 한의학이 그 자리를 대신했다. 둘째, 보수적이고 폐쇄적인 태도 때문에 전통적인 것은 더 쉽게 받아들이고 선진 과학에 대해서는 배타적이었다. 셋째, 갈수록 의료기기는 선진화되고 있지만 현대의학이 해결하지 못하는 문제 역시 많아졌다. 실제로 이것이 현대 사회에서 한의학이 생존하고 있는 원초적인 이유이다.

(한의학은 실용적인 치료의 학문이다. 한의학에서는 진단과 치료가 일체이다. 한의학은 선배들의 수많은 경험 위에서 틀을 갖춘 것이므로 왜 치료가 되는가에 대한 추구는 별로 이루어지지 않았지만 치료 효과는 높다. 또 한의학은 고대 중국의 자연철학에 그 근거를 구하고 자연과의 조화-순응이라는 형태로 생명을 받아들이고 있다. 한의학 이론에는 동아시아 전통문화의 관념과 사유방식이 체현되어 있다.)

1949년, 사회주의 국가가 성립하고 모택동(毛澤東)이 지도력을 발휘하게 되면서

한의학은 새로운 시대에 맞게 중의학으로 재발견되었다. 이제는 이 ‘진기한 구술’을 잘 닦아야 할 때가 되었다. 한의학을 마땅히 발굴하고 수준을 높이도록 노력해야 한다. 한의학을 설명할 수 있는 새로운 방법을 찾아야 한다. 물론 그러한 방법을 양의학적인 사고나 지식으로부터 얻을 수 있을지도 모른다. 그래서 많은 사람이 동서 의학의 접목을 위해 노력하고 있는지도 모른다. 일반적으로 한의학을 철학이라고 하고 서양과학을 과학이라고 하는 것은 인식 방법이 한의학은 철학적이고 서양의학은 과학적이기 때문이다. 이렇게 볼 때 과학적 인식을 토대로 가지고 있는 세계인에게 한의학을 알려려면 한의학의 철학적 방법이 과학적 방법으로 바뀌어야 한다.

인체와 질병은 모두 복잡하기 때문에 실제로 현대의학과 과학 사이에는 어느 정도 모순이 있다. 한의학에서는 세상에는 똑같은 사람은 없기 때문에 똑같은 병을 앓는 사람도 없고 그래서 변하지 않거나 똑같은 치료법은 없다고 말한다. 이것이 한의학이 서양의학보다 뛰어난 부분이기도 하다. 그러나 똑같지는 않아도 대부분은 양의 차이만 있을 뿐이다. 그래서 한의학에서도 오랜 시험 끝에 일부 기본적인 치료 원칙과 처방을 만들 수 있으며 이를 기반으로 ‘미리 조제해놓은 한약’이 끊임없이 생산될 수 있었다. 현재 중국의 한의학은 이미 『황제내경』시대의 한의학이 아니며 20세기 초의 한의학과도 사뭇 다르다. 중국의 한의학은 현대화되었고 고대 한의학과 현대 한의학의 차이는 서양의학과 의 차이보다 훨씬 더 크다.



1 메이지유신

2 모방과 개선

3 산업입국

4 가전산업 및 자동차

5 컴퓨터

6 반도체 생산

7 전자부품재료 산업

8 일본 모델의 탄생

9 노벨상



제 6 장

일본의 근대과학



일본의 근대과학



1. 메이지유신

19세기 중엽이 되면서 근대산업과 과학에 힘입어 서양의 힘은 노쇠한 동아시아 문명을 압도할 만큼 크게 성장했다. 두 차례의 아편전쟁에서 영국의 함포가 중국의 요새를 간단히 제압하는 모습을 통해 동아시아는 산업발전을 무시하는 것이 얼마나 치명적인지 깨달았다. 메이지유신 이후 일본은 전면적인 서구화정책으로 가닥을 잡고 외국 과학자의 초빙, 대규모 해외유학정책으로 단기간에 서양과학의 연구전통을 도입했지만 중국은 토착 유교전통과 서구전통의 융합을 통한 일종의 '잡종' 근대과학을 추구했다. 이는 양무운동 기간에 설립된 여러 근대적 연구기관, 무기 공장, 그리고 북양해군으로 결실을 맺었다. 그러나 1894년 청일전쟁에서 일본의 승리는 일본의 선택이 옳았다는 판단에 힘을 실어주었다. 이후 일본의 식민지가 된 한국은 물론, 중국도 전면적으로 서구과학을 도입했다.

일본의 서양문물 전래는 1542년 화승총의 도입으로부터 시작한다. '일본도' 제조에서 볼 수 있듯 야금기술이 이미 높은 수준에 있었던 일본에서 총의 제조는 그리 어려운 일이 아니었으며, 곧 전국에 퍼져 전쟁의 성격을 크게 변화시켰다. 일본의 사무라이는 원래 무기나 축성 등 신분 성격상 기술과 연관이 짙고, '영주

(大名)로서 하천 관리나 식산 발전을 위해 기술에 관심이 높았다. 많은 영주들이 박물학을 비롯한 학문에 큰 관심을 가지고 영내에서 학문을 장려했으며, 무사계 급뿐만 아니라 상인, 시민 가운데서도 난학(蘭學)이 성행했다. 또한 에도 말기에는 하층무사들이 양학(洋學)의 군사과학화를 담당하고 지방 농촌에 진출했던 난학 의사들이 ‘데라고야(寺小屋)’을 여는 등 교육 면에서도 큰 역할을 했다. 이를 통하여 일본은 과학기술을 광범위하게 흡수하고 보급할 수 있었다.

17세기부터 유럽에서 사용되어왔던 ‘반사식 용광로’는 썰물이 용광로 연료를 위로 직접 흘러가는 것이 아니라 분리된 방법으로 들어가게 함으로써 아치형의 용광로 지붕에서 불길의 썰물에 가해지도록 한 것이다. 시가(滋賀) 현의 수지타니 요스케는 네덜란드의 라이덴 시에 있는 정부 소유 제철소의 작업을 기술한 책을 번역하여 시행착오 끝에 일본의 첫 반사식 용광로를 건설했고, 1853년에는 이 ‘주철공법’으로 대포를 만들었다. 1854년에는 쇼군도 반사식 용광로를 건설했으며 이후 1868년까지 열한 개의 반사식 용광로가 건설되었다.

1854년, 강한 지진과 해일로 배가 파손된 러시아의 푸티아틴은 쇼군과 대형 목재 범선을 건조하는 협약을 맺었다. 이 배는 1855년에 완성되었고, 협약에 따라 쇼군의 해군은 러시아의 설계도를 이용하여 여섯 척의 일본 전함을 건조했다. 또 사쓰마의 기술자들은 15마력 증기기관을 완성했고 이를 배에 설치하여 수레바퀴를 돌리는 데 사용했다. 1868년 메이지유신 때까지 쇼군은 이러한 전함을 45척 가지고 있었으며 전 영지에는 94척의 전함이 있었다.



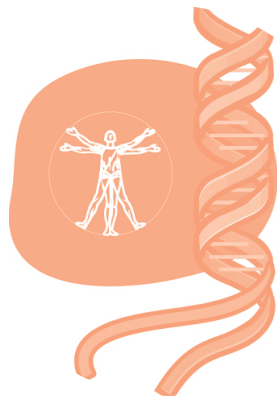
서구의 위협에 대응하기 위해 일본은 총과 전함만큼이나 산업기계도 필요로 했다. 1866년, 사쓰마는 서양식 면직 공장에 필요한 기계를 구입하기 위하여 영국에 있는 올드햄의 플랫(Platt)형제사와 계약을 맺었다. 플랫은 면직기뿐만 아니라 공장 설립에 필요한 일곱 명의 전문 기술자 팀도 제공했다. 3,648개의 증기구동식 회전축이 달린 면직기가 1867년 작동되었으며, 3년 후에는 두 번째 서양식 면직기가 사카이에 설치되었다.

1868년 메이지유신 때부터 1912년 메이지 천황의 사망에 이르기까지 일본은 내각과 의회를 갖춘 중앙집권국가가 되었으며, 전국적인 철도와 전신망이 설치되었고 대규모 해양상인이 성장했으며, 아시아에서 가장 근대적이고 강력한 군사력을 보유하게 되었다. 메이지시대 말기까지 일본에는 3만 2,000개의 공장이 설립되었으며 80만 명 이상의 노동자가 생겨났다.

2. 모방과 개선

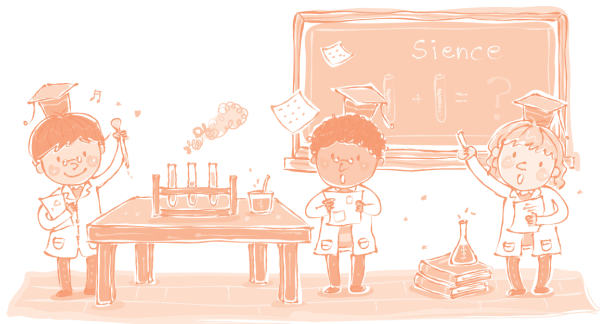
1882년에서 1884년 사이, 마에다 마사나는 방대한 보고서를 써냈다. 이 보고서는 일본 산업의 미래가 철도와 전신기술뿐만 아니라 양잠, 도자기, 그리고 사케 양조기술에도 있다고 주장했다. 그는 현(縣)의 연구소와 국립 연구소를 연결하는 전국적 연결망을 개발하면, 기술 지식을 근대과학에 연결시켜서 직관적인 기술과 직접적인 역진공학(Reverse Engineering)으로 기술혁신의 기초를 만들 수 있다고 주장했다. 이에 따라 에히메, 후쿠이, 야마나시, 교토에 있는 섬유연구소와 교토 시의 세라믹연구소가 포함된 지방 연구소는 재정지원을 받았고 이들은 에도 시대의 고유 기술을 크게 혁신시켰다. 메이지시대 기술의 대부분은 점진적으로 개선된 것이다.

그동안 일본 기업들은 연구 활동을 외부세계의 기술 지식을 공장 현장까지 전달하는 통로로 간주했다. 따라서 선진국의 기술을 도입할 때, 수입한 기계를 부품 하나하나 분해해본 다음 그것을 다시 조립하여 모방했다. 그러나 이러한 역진공학(逆進工學)은 자동차와 같은 분야에서는 가능하지만 화학공업이나 전자공업과 같은 분야에는 사용할 수



없었다. 일례로 구무라 세이타와 하타 이쓰조는 스즈키 무역회사로부터 합성섬유 비스코스를 생산할 것을 의뢰받았는데, 오랜 기간의 힘든 실험 후에 서구에서 발표한 비스코스 생산에 관계된 논문에는 비스코스 실을 만드는 데 필요한 핵심 과정이 생략되어 있음을 발견했다. 이후 여러 해 동안의 시행착오를 거친 후에야 겨우 인조 실크 비스코스 생산에 적용할 만한 기술을 개발할 수 있었다.

일본은 해외 제국을 건설하기 위한 첫 단계로 1894~1895년 청일전쟁을 일으키고, 1904~1905년 러일전쟁을 일으키면서 전략적인 고려로 민간조선소와 해운회사를 특별 지원했다. 또한 정부의 군수 공장도 산업기계(증기기관, 선박, 기어 등)를 생산하여 민간기업에 판매했으며, 훈련받은 노동자들이 민간기업에 고용되어 자기들이 배운 생산기술을 전수했다. 이 외에도 군사 수요는 걸음마 단계에 있는 첨단기술기업에 시장을 제공했다. 특히 일본의 중공업은 러일전쟁으로 군사기술과 함께 도약하여 함대를 제조하는 기술은 세계적인 수준으로 발전했고 화약이 대량 생산되었으며 무선통신기가 실용화되었다. 또한 전기동력이 증기동력을 추월하면서 새로운 동력원으로 자리 잡았다. 일본 산악지형의 급류는 수력발전에 이상적이었다. 1914년에서 1925년 사이에 일본의 전력 소모량은 30만 킬로와트



시에서 1,500만 킬로와트시로 증가했으며, 1936년 일본은 세계에서 세 번째로 전력을 많이 소모하는 나라가 되었다. 전기의 보급을 위한 전력 생산기계뿐만 아니라 전기 구동기계에 이르기까지 급속한 수요가 뒤따랐으며, 이러한 기계를 생산하는 기술은 과학적 지식을 필요로 했다.

20세기 첫 10년 동안 도쿄 전기와 시바우라 전기는 미국의 GE와 합작했다. (1921년에 설립된 이 분야의 후발주자 미쓰비시 전기는 미국 파트너를 찾다가 웨스팅하우스에 주식 10퍼센트를 제공하고 기술 자료를 얻었다. 1899년에 설립된 일본 전기회사(NEO)는 웨스턴일렉트릭의 판매 및 서비스 자회사로 시작했다. 후지 전기는 일본의 후루카와와 협력한 독일의 지멘스가 설립했으며, 수입 상품의 판매에서 자체 상품을 생산하는 단계로 성장했다.) GE와의 합작으로 도쿄 전기는 가스주입식 텅스텐전구 생산기술을 얻을 수 있었다. 이 전구로 도쿄 전기는 일본의 전구시장을 독점했다. 1930년대에 GE와 합병한 RCA는 라디오 생산기술의 노하우와 갓 태어난 TV기술의 핵심을 도쿄 전기에 수출했으며, 도쿄 전기 연구소는 GE에서 도입한 전기기술을 연구 개선하여 좀 더 값싼 재료의 사용으로 가격을 내리고 제품의 질을 개선했다. 즉 수명이 긴 이중코일램프를 개발했으며 전구에서 안개 빛이 나오도록 내부를 처리하는 독자 기술을 발명했다.

전기 공급이 늘어나고 수공업 생산에 과학 지식을 적용함으로써 전통산업에도

의미심장한 변화가 일어났다. 1920년대 도자기 도시에서 석탄을 사용하는 가마와 기계식 풀무의 사용이 보편화되었다. 양조산업에서는 코지 곰팡이가 만드는 산을 처리하기 위해 소량의 알칼리를 첨가하는 새로운 기술의 개발로 발효 시간을 1주일 이상 단축했다. 1930년대 중반까지 수많은 대장간에서 전통적인 수작업이 동력망치나 벨트망치로 대체되었다. 1914년에서 1941년 사이에 적어도 50여 개의 지역 연구소가 설립되었는데, 이바라키(茨城), 도치기(栃木) 그리고 마키와(三川) 지역의 섬유연구소, 나가사키와 아리타에 있는 도자기연구소, 그리고 아가타와 니가타(新潟)의 양조연구소 등이 있었다.

1927년, 산업의 과학적 기초를 마련하기 위하여 이화학연구소(理研; 리켄)가 설립되었다. 독일의 카이저빌헬름연구소처럼 응용연구와 순수연구, 모든 분야에서 특수한 과제를 집중 연구하는 여러 개의 개별 연구실로 나뉘어 있었으며, 그 지위에 걸맞게 국가의 가장 뛰어난 과학자들이 배치되었다. 1928년, 소장 요코치 마사토시(大河内正敏)는 미쓰이(三井), 미쓰비시(三菱), 스미토모(住友) 등을 포함한 여러 회사들의 지원을 받아 ‘리켄’ 산하에 ‘이화학산업진흥회사’를 설립하고, 리켄의 연구 결과를 적용하는 기업들에게 ‘모험 자본’을 제공했다. 이 회사는 12년 후에는 60여 개가 넘는 회사의 중심이 되었으며, 일본열도뿐만 아니라 한국과 만주에까지 진출하는 등 산업재벌로 성장했다. 리켄은 1939년까지 542개의 일본 특허와 136개의 해외 특허도 소유했다.

호리코시는 1930년대 완전히 새로운 금속으로 이루어진 단발비행기의 설계를 제안했고 1935년에는 시속 400킬로미터의 전투기를 생산했다. 호리코시와 동료 기술자들은 날개의 볼트와 스크루에 이르기까지 비행기의 모든 부품을 세밀하게 조사한 후 될 수 있는 한 최소화하고 경량화하여 4,000미터 상공에서 시속 500

킬로미터 이상으로 날 수 있는 제로전투기를 개발했다.

3. 산업입국

제2차 세계대전 후 미국은 일본의 경제성장을 꺾기 위해서 공산주의의 팽창을 막기 위해 기술개방을 선언했다. “다른 나라 국민들을 지원하기 위하여 우리가 제공할 수 있는 물질적 자원은 제한되어 있다. 그러나 우리의 과학기술자원은 끊임없이 성장하고 있으며 무궁무진하다. 미국의 기술창고를 이들에게 열어주어야 한다.” 미국 기술의 이전과 함께 민간기업의 노무관리, 훈련, 품질관리 분야의 기술도 일본에 전수되었다. 이는 미국이 세계에서 가장 앞선 것으로 인정받던 분야였다. 이어서 1950년, 한국전쟁이 일어나자 일본은 전쟁에 사용되는 부품과 장비의 공급처가 되었다. 전쟁특수는 20억 US달러에 달했으며 차량 생산, 전자, 통신장비산업이 급속히 회복되었다. 기타 잠재적이었던 공업 능력이 눈을 떠 제조업의 대약진이 시작되었다. 제조업이 활력을 되찾자 주식시장도 활기를 띠어 한국전 직전의 닷케이 평균 주가는 90엔이던 것이 1953년에는 390엔으로 3년 동안 네 배 이상 성장했다. 1950년대 후반까지 일본 기업들은 전시에 사용했던 낡은 장비들을 교체했으며, 수입한 기술과 풍부한 노동력을 결합하여 경이적인 고도성장을 이룰 수 있었다. 1960년부터 일본 상품은 세계시장으로 급속히 파고 들었으며 연구 활동을 하는 기업은 6,500개가 넘었다.

전쟁 전 서양으로 수출된 일본 상품은 싸지만 질이 나쁜 것으로 평가되었다. 이제부터는 품질관리(QC)가 필요했다. 품질관리 방식은 통계적 품질관리로 제품의 일부를 표본으로 추출하여 통계적으로 처리하는 방법이었다. 일본 산업계는 품질관리에 몰두했다. 품질관리를 직장의 각 작업 단위 수준에까지 적용하여 각

공정에 대해 다음 공정의 작업자는 평가
자로서의 역할을 했다.

1950년대 미국에서 수치제어(NC)에 의
한 공작기계가 미공군의 하청을 받은 기
업과 매사추세츠 공과대학(MIT) 연구자
들에 의해 발명되었다. 이 정보는 일본
의 도쿄대학, 도쿄 공업대학, 통산성 기
계기술연구소 그리고 기업의 연구자 사



이에 급속하게 퍼져 나갔고, 후지쓰(富士通)는 1956년 NC공작기계의 ‘원형’을 만
들어냈다. 이때 마키노가 관심을 가져 공동연구개발을 추진했고 그 ‘시작품(試作
品)’이 1958년에 전시되었다. 1966년에는 마침내 상업적으로 성공한 NC선반이
탄생했는데 여기에는 트랜지스터의 IC(집적회로)가 이용되었다. 이는 컴퓨터에 직
접 연결하는 직접수치제어(DNC)기술로 발전했으며 이로써 1970년대부터는 로봇
과 자동공장시대의 선두주자가 되었다.

일본의 기술자들은 조선기술에서 용접과 ‘블록’ 건조공법을 시작으로, 이음새
의 양쪽을 용접하는 전통적인 방법 대신에 한 면만을 자동으로 용접하는 기술과,
설계도를 판금 위에 사진으로 나타나게 하는 전기인쇄표시기술 등을 개선했다.
그리하여 1950년대 초에 2만 톤의 유조선, 1950년대 후반에 4만 5,000톤의 유
조선, 그리고 1962년에는 13만 2,000톤의 니쇼마루의 진수식을 하는 등 일본은
전 세계 선박 건조량의 65퍼센트를 담당하게 되었다. 이 조선기술의 발달이 철
강생산의 기술혁신을 촉진했으며, 철강기술의 발전은 자동차 등 다른 산업의 기
술혁신을 지원했다.

일본의 제철산업은 다음의 요인으로 생산성을 높였다. 첫째, 1950년대 초에 오스트리아에서 개발된 기초산소공정은 용해된 철을 강철로 만드는 과정에서 공기를 사용하지 않고 순수산소를 사용했는데 일본이 이 기술을 소화했다. 둘째, 판재가공기계의 도입으로 얇은 강판을 생산할 수 있었으며, 연속주조공정을 사용하여 주철제품 생산에 드는 에너지를 크게 줄였다. 셋째, 조선이나 항공기산업용 특수철강 개발과 원광석의 시험 및 준비 공정이 개선됨으로써 고품질의 철강을 생산할 수 있었다. (1960년에 일본 제철산업의 생산성은 유럽의 2분의 1이며 미국 제철산업의 3분의 1이었는데, 1980년대 초에 이르러서는 생산성이 다섯 배 이상 증가하여 유럽과 미국을 앞질렀다.)

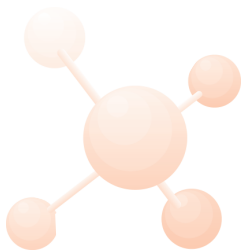
전략의 천재였던 프로이센의 몰트케(Moltke)는 ‘참모제도’를 만들어, 부대의 관리, 운영, 작전, 용병, 복지 등을 담당하는 참모에게 필요한 정보를 적시에 제공해 상황을 판단하게 하고, 그에 따른 계획을 수립한 후 그 내용을 해당 부대에 명령할 수 있도록 했다. 가쓰라 고고로(桂太郞)는 일본 육군을 독일식으로 개편하면서 이러한 ‘참모조직’을 만들었으며, 청일전쟁은 물론 러일전쟁을 승리로 이끌고 제2차 세계대전까지 치렀다. 패전 후에도 이 제도는 사라지지 않았고 일본의 기업들은 이른바 ‘비서실’이라는 것을 만들었다. 전후 일본의 기업 그룹에서 이 ‘비서실조직(무역상사)’이 유망한 외국 기술을 발굴하고 기술도입을 위한 협상 역할을 함으로써 일본의 공업능력은 급속하게 발전해나갔다. (이후 세지마 류조(瀬島龍三)는 한국 기업 삼성에 이를 권유했고 이병철 회장은 이러한 비서실을 만들었다.) 1970년대에 들어서자 일본의 국민생활은 풍요로워졌고, 일본 제품은 어느 나라의 제품에도 뒤떨어지지 않을 정도로 높은 품질을 유지했다.

1973년 10월, 아랍석유수출기구(OPEC)의 여섯 개 가맹국은 원유의 가격을 무려

70퍼센트나 인상했다. 2개월 후에는 석유 가격이 네 배로 쯤쑤 뛰었다. 일본에는 ‘광란의 물가’라는 인플레이션이 일어났고, 1974년 경제성장률은 마이너스를 기록했다. 일본은 에너지 소비가 적은 자동차 같은 가공조립산업과 극소전자공학(microelectronics), 전자산업으로 이행하게 되었다. 중후장대(重厚長大)에서 경박단소(輕薄短小)로의 이행이다.

전통적으로 일본의 기술은 자원안보에 강한 강박관념이 있었다. 기본적인 기술 지식이 기업들 사이에 신속하게 보급되고, 이 기본 지식의 수정을 놓고 격렬하게 경쟁하는 기술혁신의 구조는 일본에 독특한 맛을 불어넣었다. 일본의 근대 기술 개발은 경이로운 속도의 ‘학습 과정’이었을 뿐 아니라 ‘끊임없는 혁신’의 과정이었다. 일본의 이러한 기술 지식은 같은 한자문화권인 대만이나 한국과 같은 나라에도 이행되었다. 일본 제품 투자 유입과 함께, 변형의 속성과 변형을 이룰 수 있는 독특한 아이디어가 유입되었다. 일본의 기술은 기술 습득을 위한 세심한 노력을 통해 나타나며, 대량의 수출품 속에 교묘하게 스며들어서 전달되었다.

1950년대 중반에 집적회로(IC)를 탄생시킨 몇 가지 특허가 미국 텍사스인스트루먼트(TI)사와 페어차일드(FC)사로부터 출원되었다. 1961년에는 FC사가 ‘마이크로 로직’, TI사가 ‘고체회로’ 시리즈를 상품화했으나 고가로 수요가 거의 없었다. 집적회로(IC) 생산의 계기는 아폴로계획과 대륙 간 탄도미사일의 개발이었다. 1961년의 케네디 연설에서 시작된 아폴로계획으로 FC사는 미항공우주국(NASA)에 집적회로를 제공했다. 1969년의 달 착륙 때까지 NASA가 구입한 집적회로는 100만 개가 넘었다. 한편 1962년 미니트맨 미사일유도시스템에서는 TI사가 22개의 특수회로를 설계 제작했다. 이렇게 1962년부터 1960년대 후반까지 IC시장의 최대 고객은 미연방정부였다.



1968년에는 TI사가 1,400소자의 MOS 집적회로(금속, 산화물, 반도체를 기본 구조로 하는 집적회로)를, 인텔사가 1킬로비트 RAM(수시로 읽고 쓰기가 가능한 메모리)을 선보여 대규모 집적회로(LSI)시대를 열었다. 1971년 인텔사의 마이크로컴퓨터 4004가 1977년부터 시작되는 ‘PC시대’를 준비했다.

1979년 IBM사는 4킬로비트 DRAM(일정 시간마다 리프레시라 부르는, 다시 읽어 들이는 동작이 필요한 다이내믹 RAM)을 사용한 대형 컴퓨터 4300을 개발하고, 글로벌시스템을 염두에 둔 분산처리 네트워크 구상을 추진했다. 이때부터 각 사이즈의 컴퓨터가 거대 시스템 속에서 계층화되었다. 1985년부터 1986년에 걸쳐서 32비트의 마이크로프로세서 유닛(MPU; 28~30만 트랜지스터)이 등장하고, 컴퓨터 네트워크에 중요한 워크스테이션의 개발이 진전되었다.

일본의 컴퓨터회사는 1960년 국내 컴퓨터의 27퍼센트를 생산했으나 1970년에는 60퍼센트로 증가했다. 통산성은 ‘행정지도’로 국내 메이커를 히타치(日立)-후지쓰(富士通), NEC(日電)-도시바(東芝), 오키(沖) 전기-미쓰비시(三菱) 전기의 세 그룹으로 나누어 각 기업이 기술제휴로 신종 컴퓨터를 개발하도록 독려했다. 1974년 세 그룹의 연구조합은 각각 ‘M’, ‘ACOS’, ‘COSMO’ 시리즈를 발표했다. 이로써 일본만이 국내시장을 IBM으로부터 방어할 수 있었다. 1976년 통산성은 ‘차세대 전자계산기용 대규모 집적회로 개발촉진보조금제도’를 만들었다. 4년간 계속된 이 프로젝트의 성공으로 일본은 대형 집적회로를 이용해 6만 4,000비트 기억용량의 마이크로칩을 개발할 수 있었으며, 이어서 25만 6,000비트와 1,00만 비트 칩을 개발했다.

또 일본은 1950년대부터 미국의 백색가전기술을 빠르게 받아들이면서 10년마

다 세 종의 신기(神器)를 히트시켰다. CD플레이어, 게임기, 비디오녹화기(VTR), 워크맨 등이 이들 신기에 속하는 제품들로서 강력한 브랜드파워를 구축했다. 소니(Sony), 마쓰시타(Matsushita), 산요(Sanyo), 샤프(Sharp)가 세계시장을 지배하게 되었고, 이는 유례가 없는 일이었다. 이후 일본은 가전-전자-광학으로 이어지는 원천기술 확보에 주력했다. 그 결과 일본은 전자와 광학 부문에서도 세계 최고의 원천기술을 확보한 나라가 되었다. 자동차산업과 전자산업은 원래 미국이 기술적으로 가장 앞서 있던 산업이었는데 이것을 일본의 기술력이 능가한 것이다.

4. 가전산업 및 자동차

(가전산업은 음성송신기술을 바탕으로 발전했다. 음성송신기술이 소개되자 라디오 수신기와 부품제조업체들이 등장했다. 1941년 RCA가 최초의 상업용 TV 프로그램을 개시했으며, 제2차 세계대전 후 개발된 TV 모델 기술을 미국 기업들에 이전함으로써 산업의 표준이 되었고 TV(흑백)의 매출은 급증했다. 그 뒤 후속 제품인 컬러TV가 상업화되었다. 이에 대한 준비는 1930년대부터 시작되었는데 RCA가 주요 경로의 창출자였으며 1940년대 후반에는 필코, CBS, 제니스가 RCA의 경로를 따랐다. 유럽에서는 제2차 세계대전으로 텔레퐁켄(Telefunken)의 학습 기반이 해체되자 필립스가 통합된 역량을 회복하여 RCA기술을 도입했다. CBS, 필코, 제니스는 1950년대 컬러TV 상업화의 마지막 단계에서 뒤처졌으며 RCA가 가장 두드러진 성과를 보였다. 1958년, RCA는 모든 미국 기업들에게 이 기술을 공개해야만 했으나 외국 기업들은 여전히 기술비용을 지불해야 했다. 그 때문에 RCA는 국내보다는 외



국 기업들과의 관계에 적극적이었고, 이는 일본과 유럽의 컬러TV 분야를 발전시키는 계기가 되었다.)

이러한 기술을 기반으로 일본의 소니는 RCA의 삼색 컬러 튜브를 대체할 만한 트리니트론TV를 상업화했다. 또 필립스는 마쓰시타에게 RCA의 TV기술을 이전했다. 이때까지 RCA, 필립스, 마쓰시타, 소니는 새로운 기술을 접목한 제품을 상업화할 역량을 키워나갔다. 컬러TV 매출 증가로 인해 활성화된 비디오카세트 리코더 시장에서 마쓰시타는 일본의 몇몇 가전 및 컴퓨터 기업들과 연계하여 가전산업에서 VHS를 독보적인 위치에 올려놓았다. 이에 따라 소니와 필립스는 오디오·비디오 기술을 적극적으로 개발해 1982년에 CD를 상업화했으며 이듬해 CD-ROM을 소개했다. 필립스는 그 후 소니와 함께 DVD를 개발했지만 CD 인터랙티브 개발 실패로 가전산업을 접었다. 미국과 유럽의 기업들이 더 이상 가전 제품을 생산하지 않자 중국과 동아시아의 기업들이 새로운 학습 기반을 구축할 수 있었다.

일본의 마쓰시타는 1987년 중국 베이징 시와 50대 50 합작으로 브라운관 공장을 건립했다. 히타치 역시 1981년 TV 생산 합작사를, 1989년 브라운관 생산 합작사를 설립했다. 이들 합작기업은 이후 TCL, 창흥, 강자 등 중국 TV 생산 기업 성장의 기반을 제공했다. 2000년대 들어서 중일 협력은 일본의 기술과 중국의 생산 역량을 교환하는 방식으로 발전했다. 일본은 주력 제품의 기술을 중국에 이전하고, 세계시장을 대상으로 하는 생산기지로 중국을 활용하기 시작했다. 도시바의 경우 2000년 메이더에 이어, 2002년 샤오야, 향즈 등의 가전 제조업체와 제휴해, 자사 브랜드의 냉장고와 세탁기를 중국에 위탁 생산하여 조달할 수 있게 되었다. 중일 간의 협력은 이제 단순 생산 OEM에서 합작 생산, 판매법인 설립

등 포괄적인 제휴로 확대되고 있다. 도시바는 2004년 TCL과 백색가전 분야에서 포괄적인 제휴를 맺었다. 지분을 절반씩 나눠 가진 합작법인을 설립하고, 함께 생산한 제품의 90퍼센트는 도시바 브랜드로, 10퍼센트는 TCL 브랜드로 판매하는 것이다. 산요의 경우 이미 하이얼과 함께 가전 분야에서 포괄적 제휴 관계를 유지하고 있다. 중국과 일본의 유통망을 서로 공유하고 있으며 기술적 교류도 이뤄지고 있다. 산요는 첨단기술을 기초로 하이얼의 제조기술 컨설턴트가 되겠다는 취지하에 하이얼과의 기술 및 노하우 교류에도 주력하면서 냉장고 등의 공동 개발도 모색하고 있다.

최근 일본 기업은 구조조정을 통한 집중화 전략을, 중국 기업은 M&A를 통한 사업 확장 전략을 펼치고 있어 중일 간의 협력은 더욱 강화될 것으로 예상된다. 산요의 경우 2005년 3월 1,715억 엔의 손실을 기록한 이후 대대적인 구조조정에 착수했다. 이에 따라 에어컨, 냉장고 등 가전의 제휴를 더욱 확대하려 하고 있다. 파이오니아 역시 DVD 레코더의 설계 및 생산을 중단하고 OEM으로의 전환을 꾀하고 있으며, PDP TV 공장 일부를 매각할 것으로 예상된다. 소니의 경우에도 해외 65개 공장 중 11개 공장을 폐쇄 혹은 매각할 계획이며, 15개 부실 사업군에 대해 제휴 전환, 축소, 매각 등을 검토하고 있다. 이러한 구조조정은 JVC, 후지쓰 등으로 파급되고 있다.

1935년 일본에서는 최초로 닛산(Datsun)이 대량 생산되었으며 이듬해에는 도요타 모델 AA가 완성되었다. 1950년대에 들어 한국전쟁에 따른 특수 경기, 군수산업 기술자의 민수사업 대거 참여, 정부와 업계의 외국차 진출 제한, 승용차 중심으로의 산업 전환 등에



따라 일본의 자동차산업은 비약적인 성장의 기반을 다졌다. 즉, 1955년 통산성에서 국민차구상계획을 수립했고 이에 자동차 메이커들은 미쓰비시 500, 스바루 360, 마쓰다 R360 등의 자동차들을 개발했다. 도쿄올림픽이 개최된 1964년경을 전후하여 도로망이 정비됨에 따라 승차감이 뛰어나고 성능이 우수한 신형 자동차의 개발이 가속화하면서 도요렛의 코로나, 볼루버드의 모델 410, 혼다의 S500 등이 발표되었다. 이미 1961년 일본의 자동차 생산대수는 100만 대를 돌파했고 1966년에는 230만 대로 성장했다. 그리고 1968년부터 불붙은 자동차 대중화(Motorization)로 내수 기반이 확장되면서 대량 생산과 저코스트 생산자로서 경쟁력을 키워갔다. 연료 소모가 적은 소형차급에서 완전경쟁우위를 확보한 일본은 1970년대 2차에 걸친 오일쇼크 당시 소형차에 대한 선호가 높아지면서 1974년에 자동차 268만 대를 수출하면서 세계 최대의 자동차 수출국이 되었다. 1980년 일본은 전 세계 자동차 생산의 30퍼센트를 차지하면서, 1994년 다시 미국에 추월당하기 전까지 세계 최대의 자동차 생산국으로 군림했다.

1980년대부터 본격화된 배출가스 규제는 모든 엔진을 적용 가능하도록 했다. 배출가스 정화를 위한 촉매가 사용되었으며, 정밀한 혼합기 제어를 위해 전자제어식 엔진이 등장하여 화학 및 전자 관련 업체가 엔진의 중요한 부품 공급원으로 부상했다. 성능, 배기, 연비의 세 가지를 만족시켜야 하는 엔진기술에서 일본은 빠르게 대응했다. 경주용 엔진에서 개발된 첨단기술을 일반 승용차에 적용하고, 연비 향상에 필요한 전자제어시스템, 다밸브엔진, 가변흡기시스템, 가변밸브 타이밍, 린번엔진, 터보차저, 가볍고 내구성이 뛰어난 신소재 등 수많은 신기술로 무장한 첨단 엔진이 계속 소개되었다. 1990년대 초에는 삼원 촉매를 적용한 전자제어식 다밸브엔진이 가솔린엔진의 기본 형식으로 자리 잡았다.

1996년에는 미쓰비시가, 1997년에는 도요타와 닛산이 기존 엔진보다 20퍼센트 이상 연비가 향상되고 우세한 성능을 갖춘 직접분사식 가솔린엔진(GDI엔진)을 출시했고, 도요타는 가솔린엔진과 전기모터를 혼합해 1리터에 27.8킬로미터의 연비를 실현한 하이브리드 자동차 ‘프리우스(Prius)’를 발표하여 전기



자동차의 실용화를 선언했다. 또 독일의 폭스바겐은 고속직접분사식(HSDI) 디젤엔진을 탑재한 세계 최초의 3리터 카(3리터의 연료로 100킬로미터 주행) 루포(Lupo)를 출시했다. 이로써 차세대 내연기관은 전자제어식 고속직접분사식 디젤엔진이 차지할 것임을 예고했다.

일본은 1955년 길이 23센티미터의 펜슬 로켓으로 시작하여, 개발 10년 만에 1,000킬로미터까지 100킬로그램의 화물을 운반할 수 있는 사운드 로켓 L(람다)-3형 개발에 성공했다. 그리고 이 대형 사운드 로켓을 잘 조합하여 소형 인공위성을 지구 궤도에 진입시키는 테스트용 우주발사체 L-4S를 개발한다. L-4S는 우주로 가는 최소한의 조건을 갖춘, 세계에서 가장 값싼 우주 로켓이었다. 하지만 L(람다)은 진정한 우주 로켓은 아니었다. 일본에서 우주발사체용으로 설계된 최초의 고체 로켓은 M(뮤우) 시리즈인데, 1963년부터 개발을 시작하여 1971년에 처음으로 인공위성을 궤도에 올려놓는 데 성공했다. 이후 로켓의 성능과 유도 능력을 향상시킨 M-4S, M-3C, M-3H, M-3S 등 다양한 변형을 개발했으며, 1981년에는 소형의 탐사선을 지구 중력권 밖으로 보낼 수 있는 M-3S II 개발에 성공했다. 행성 간 탐사선을 발사할 수 있는 발판을 마련한 것이다. 이어서 일본은 미국

의 로켓기술을 사들여 1994년 국산화율 100퍼센트의 H-2 로켓을 완성시켰다. H-2는 액체수소와 액체산소를 주엔진의 추진제로 사용하는, 세계에서 몇 안 되는 로켓 중 하나다. 이로써 일본은 자국의 위성뿐 아니라 타국의 위성을 발사할 수 있는 조건을 마련했다. 현재 일본은 H-2를 상업위성 발사 시장에 진출시키고자 높은 발사 성공률과 저가의 발사비용을 목표로 H-2A 개발을 지속하고 있다. 또 1997년부터는 현존하는 세계 최대의 단일 고체추진제 우주발사체인 M(무우) 로켓의 결정판 M-V를 개발하고, 1998년 일본 최초의 화성 탐사선을 발사하는 업적을 세우기도 했다.

5. 컴퓨터

IBM에 대항하여 일본 기업을 육성하기 위해 통산성은 1971년 3월 31일 ‘특정 전자공업 및 특정 기계공업 진흥 임시조치법’을 공포했다. 또한 IBM의 자유화 공세에 대항하기 위해 행정지도로 같은 해에 국내 메이커를 히타치-후지쓰, NEC-도시바, 오키 전기-미쓰비시 전기의 세 그룹으로 나누어 각 기업이 기술 제휴로 신종 컴퓨터를 개발할 수 있도록 독려했다. 세 그룹의 연구조합은 개발에 성공하여 1974년에 각각 M, ACOS, COSMO 시리즈를 발표했다. 여기서 일본 메이커가 하드웨어 측면에서 IBM을 완전히 추격했기 때문에, 같은 해 7월 1일에 컴퓨터기술 도입 자유화를 실시했다. 이 중형 컴퓨터 개발계획은 통산성의 일관된 정책의 견본을 제공한다. 즉 여러 가지 장벽을 만들어 국내 산업을 보호하고, 행정지도를 통해 연구조합을 결성하여 공동연구를 하게 하는 한편, 각 그룹을 서로 경쟁시키면서 외국에 대항할 만한 기술력을 확보한 후 자유화하여 시장을 개방하는 것이다. 이러한 방법은 다른 나라에서는 전혀 찾아볼 수 없었다. 일본만

이 국내시장을 위해 IBM에 대항하는 컴퓨터를 개발했다. 1970년대 말에 유럽의 국가들이 ‘극소전자공학혁명(Micro-Electronics Revolution)’이라 부르며 일본의 방법을 흉내 내려 했지만 때는 이미 늦었다. 통산성이 육성해온 것과 같은 기업이 유럽에는 없었기 때문이다.



컴퓨터를 움직이는 마이크로칩은 전후 진공관에서 트랜지스터, IC(집적회로), LSI(대규모 집적회로)로 진화하여 소형화되고 있었다. 1970년대 중반 무렵, 미국에서 더욱 새롭고 강력한 집적회로를 개발하고 있다는 소식이 전해졌다. IC는 첨단산업의 쌀로 불리며 전체 극소전자공학 발전의 주춧돌이 되는 부품이다. 칩이 작으면 가전제품은 물론 결국에는 인체에도 들어갈 수 있다. 통산성은 이것을 미국에 제압당하는 것은 마치 OPEC에 석유를 제어당하는 것과 마찬가지로 때문에 향후 전개될 산업발전에서 매우 중요한 사건이라고 생각했다. 그래서 1976년에 ‘차세대 전자계산기용 대규모 집적회로 개발촉진 보조금’ 제도를 창설하고 미국의 움직임에 대항했다. 역시 통산성의 주도로 연구조합이 결성되어 기업 간에 협조와 경쟁이 유발되면서 4년간 계속된 이 프로젝트는 성공적으로 끝난다.

FBI는 1980년 가을부터 IBM의 소프트웨어를 침해했다는 이유로 일본의 컴퓨터회사에 대한 조사를 시작했다. 호환 기종의 개발은 모델이 되는 기종의 OS(Operating System: 운영체제)를 복사하면 가능하다. 1970년대에 IBM은 OS를 누구라도 이용할 수 있게 했으나 1980년대에 미국정부가 저작권법을 개정하여 프로그램에 저작권을 인정하자 IBM은 OS의 저작권을 주장하기 시작했다. 이는 명백하게 일본을 겨냥해 미국정부와 IBM이 한 패가 되어 행한 조치였다.

1982년 6월 3일 미국의 FBI는 합정수사를 펼친 끝에 IBM의 OS를 불법으로 복사한 혐의로 히다치 제작소(日立製作所)와 미쓰비시 전기 직원 여섯 명을 체포했다. 일본으로서는 충격적인 경험이었다. IBM은 후지쓰에 대해서도 호환 OS의 권리를 주장하여 제소했고 이 사건은 미국의 중재위원회로 넘어갔다. 1987년에 중재 결정이 내려졌는데, IBM은 노하우(Know-How)를 제공하고 후지쓰는 대가를 지불하는 방식으로 결말지어졌다. 정보산업에서 소프트웨어는 국가나 기업의 경계를 넘어 손쉽게 복사가 가능하기 때문에 국가를 단위로 한 지적소유권으로 지배권을 강화하게 된 것이다.

TI의 특허 공세 이후에도 미국 기업들은 한국과 일본 기업들이 미국에 수출해야만 하는 상황을 전략적으로 이용하기 위해 관세법 337조에 근거한 특허분쟁 해결을 선호했다. 미국의 특허분쟁은 관세법 337조에 의한 방법 외에도 민사소송을 통해서도 가능한데, 미국 기업들이 관세법 337조를 선호하는 이유는 특허 침해 물품의 미국 내 반입을 원천적으로 봉쇄할 수 있기 때문이었다. TI의 특허 분쟁이 있는 지 20여 년이 지난 지금은 완전히 역전되었다. 이제 미국 기업들은 정보통신기술, 생명공학 등 하이테크산업에서 전 세계적인 주도권을 잡고 한 해에 수백억 달러의 특허 사용료를 챙기고 있다. 게다가 미국은 미국식 특허제도를 전 세계에 전파하고 있다.

1970년에서 1985년까지의 15년은 컴퓨터 하드웨어의 시대였다. 메인 프레임이나 PC가 화려하게 등장한 이 시기에 최고의 수익을 올린 업체는 IBM, 후지쓰, NEC였다. 하지만 지금은 DELL을 제외한 거의 모든 컴퓨터업체가 적자를 기록하고 있으며, 컴퓨터업계의 원조 IBM은 중국 기업에 사업을 매각해버렸다. 이후 1985년에서 2000년까지는 반도체의 시대라 할 수 있다. 수익 구조가 하드웨어

에서 디바이스로 옮겨가 인텔, 삼성, 도시바 등이 막대한 이익을 창출해냈다. 하지만 2000년을 넘어선 시점부터 일부 독점시장을 가진 기업을 제외하고는 반도체업체의 수익률이 현저하게 나빠졌다. 대신에 한국, 대만 및 미국의 마이크론테크놀로지(Micron Technology, Inc.; 미국에서 유일하게 남은 DRAM 메이커) 등이 대두했다. 장치메이커가 성장함에 따라 장비만 구입하면 누구나 DRAM에 진출할 수 있는 상황이 되자 한국의 삼성 등이 히트상품과 장비를 갖춤으로써 크게 성공했고, 파운드리 메이커(Foundry Maker)인 대만은 타사보다 먼저 첨단장비를 갖출 필요가 없어서 제조 코스트를 낮출 수 있었으므로 특화된 역량을 키울 수 있었다. 또 미국의 마이크론테크놀로지는 처음부터 코스트 경쟁력에서 이기는 것을 목표로 일본 반도체기업이 사용하는 마스크 매수의 절반으로 공정 플로를 구축하여 디바이스 자체를 더욱 작게 만들고 한 장의 웨이퍼에서 생산되는 칩수를 늘렸다.

이렇게 성숙화가 진행되면서 반도체는 무한경쟁 시대에 돌입했다. PC용 마이크로프로세서를 독점하고 있는 인텔(세계 1위), DRAM과 플래시메모리 같은 메모리 반도체에서 압도적인 시장 점유율을 보이고 있는 삼성전자(세계 2위), 휴대전화의 심장부인 디지털 시그널프로세서 및 주변 리니어 IC로 압승을

거둔 텍사스 인스트루먼트(Texas Instruments, 세계 3위), 게다가 자사 브랜드는 없지만 세계 최대의 파운드리업체로 급부상한 타이완의 TSMC 등이 대표적이다.

6. 반도체 생산

한국 삼성전자에 저서 DRAM에서 철수하고 SoC로 전향한 일본 반도체 메이커를 가로막은 것이 타이완의 파운드리 TSMC



였다. 소품종 대량 생산의 DRAM과 달리 SoC는 다품종 소량 생산이라는 특징이 있다. 이 SoC 분야에서, 설계는 하지 않고 반도체 제조만을 하는 파운드리 TSMC는 어떻게 세계를 제패했을까? 간단하게 말하면, TSMC가 일으킨 혁신의 진상은 설계를 전문으로 하는 팹리스 메이커, 설계한 반도체 지적 자산을 판매하는 IP(Intellectual Property) 벤더, 설계툴 메이커 등과 공동으로 SoC 플랫폼을 구축했기 때문이다.

전 세계에 다수 존재하는 팹리스는 세계 표준의 설계툴을 사용해 검증이 끝난 상태 혹은 실적이 있는 세계 표준의 반도체 설계자산, IP 코어를 이용하여 SoC를 설계한다. 그 설계자산을 셀이라 부른다. 파운드리는 셀에 적합한 공정 플로(프로세스)를 개발한다. 그 결과 팹리스, 설계툴 벤더, IP 벤더 및 파운드리는 셀 라이브러리를 소유했다. 셀 라이브러리는 설계 데이터와 공정 플로가 1대 1로 대응한다. 즉 셀 라이브러리란 SoC의 카탈로그와 같은 것이다. 예를 들어, 이 플랫폼을 이용해 디지털 카메라용 SoC를 설계하는 것을 상상해보자. 설계자가 하는 일이란 “세계 표준의 설계툴을 구입하여 셀 라이브러리 중에서 디지털카메라에 딱

맞는 셀을 지정하는 것” 정도다. 셀만 지정하면 자동적으로 수율, 가격 및 납기를 알 수 있다. 따라서 설계자는 막대한 경제적 리스크를 줄어지는 일이 없어진다. 또, 신규로 설계한 회로가 잘 작동할지 걱정할 필요도 없다. 알맞은 조건과 알맞은 가격으로 비즈니스 플랜을 세울 수 있다.



참고로 2006년 현재 반도체 생산 순위는 (1) Samsung(한국), (2) Toshiba(일본), (3) TSMC(타이완), (4) Power Chip(타이완), (5) Intel(미국), (6) ProMOS(타이완), (7) Micron(미국), (8) UMC(타이완), (9) Elpida(일본), (10) STMicro(유럽)로서 21세기 세계 반도체 생산을 주도하고 있는 나라는 타이완이라고 할 수 있다.

홍하이(香港)는 중국에서 애플 아이폰과 아이패드를 위탁 생산하는 팍스콘의 모회사다. 중국 팍스콘의 거대 공장에는 약 100만 명이 근무하고 있으며, 회사의 연매출액은 130조 위안에 육박한다. 팍스콘은 저렴한 인건비를 무기로 크게 성장했지만 최근 인건비 상승으로 이익률이 하락, 샤프의 기술력을 접목하여 제품의 부가 가치를 높인다는 계획이다. 앞서 일본의 주요 전자기업인 NEC는 중국 레노버와 PC사업을 통합했으며, 파나소닉도 중국 가전기업 하이얼에 산요의 냉장고와 세탁기사업을 매각한 바 있다. 중화권 업체들의 일본 진출은 갈수록 활발해지고 있다.

7. 전자부품재료 산업

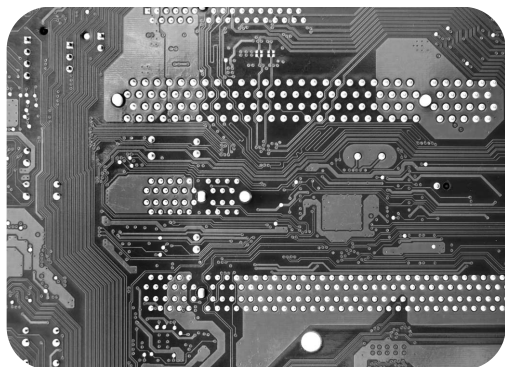
2006년 현재 신에츠 화학(Shin-Etsu Chemical), 스미토모 화학(Sumitomo Chemical), 미쓰비시 화학(Mitsubishi Chemical), JSR, 닛폰 제온(日本 Zeon), 데이진(Teijin), 도레이(Toray), 아사히 글라스(ASAHI GLASS), 토탄 인쇄(Toppan Printing) 등 ‘디지털 소재’에 주력하는 일본 내 전자재료업체들이 사상 최고의 수익을 올렸다. 구체적으로 (1) 다이닛폰 인쇄(액정용 반사 방지 필름; 70퍼센트), (2) HOYA(하드디스크용 유리기판; 80퍼센트), (3) 신닛테츠 화학(휴대전화용 이중 CCL 기판; 60퍼센트), (4) 데이진(DVD용 기판 재



료: 80퍼센트), (5) 히타치 금속(액정회로제조용 금속 소재: 90퍼센트), (6) 아사히 글라스(플라즈마용 유리기관: 85퍼센트), (7) 후지 사진필름(액정용 시야각 보정 필름: 90퍼센트), (8) 스미토모 금속광산(액정용 이중 도금기관: 90퍼센트), (9) 닛폰 제온(디스플레이용 투명수지 필름: 70퍼센트), (10) JSR(TV용 TFT수직배향막: 90퍼센트) 등이다.

‘실리콘웨이퍼’ 시장은 신에츠 반도체가 세계 최고의 점유율을 차지하며 독주하고 있다. 여기에 SUMCO, 고마쓰 전자금속 등의 업체를 더하면 일본이 세계 시장의 60퍼센트 이상을 차지한다. ‘포토마스크’ 역시 닛판 인쇄가 세계 최고의 자리를 차지했고, 그 뒤를 다이닛폰 인쇄가 버티고 있어 이 분야에서도 일본의 시장 점유율이 약 60퍼센트 정도로 추정된다. 실리콘웨이퍼에 도포하는 ‘포토레지스트’라는 약제 역시 JSR이 세계시장을 무대로 활약하고 있으며, 여기에 2위 기업 도쿄 옹화공업(TOKYO OHKA KOGYO)이 가세하면 이 분야에서도 일본의 세계 시장 점유율은 65퍼센트가 된다.

‘전자 디스플레이’ 분야에서는 더더욱 일본 압승의 도식이 뚜렷해진다. ‘액정패널용 컬러필터’에서는 닛판 인쇄가 세계 최고로 인정받고 있으며, 여기에 다이닛폰 인쇄, 스미토모 화학이 가세해 일본 제품 전체가 세계시장의 90퍼센트 이상을 차지하고 있다. 액정의 주요 부품 중 하나인 ‘편광판’도 닛토 전공(NITTO DENKO)이 세계 최고의 자리를 차지했다. 또한 스미토모 화학, 산리츠(SANRITZ), 폴라테크노(Polatechno) 등이 그 뒤를 따르고 있어 사실상 이 분야를 일본 제품이 독점하고 있다고 해도 과언이 아니다. 그 밖



에도 세계 최고의 자리를 획득한 일본 기업은 수없이 많다. 최근에 데이진은 영상기록미디어의 주역인 ‘DVD 기판재료’ 부문에서 80퍼센트의 세계시장 점유율을 기록했다. 다이닛폰 잉크화학공업은 ‘STN(Super Twisted Nematic) 액정’ 분야에서 세계시장 점유율 70퍼센트를 차지한 최고의 업체이다.

2006년, 평면스크린이나 휴대전화, DVD플레이어, 디지털카메라 등 ‘고급 소비재 전자산업’에서 일본은 세계시장 점유율이 25퍼센트로 떨어졌으나 반도체와 회로기판, 그리고 레이저헤드 등 전자제품에 들어가는 중간재 부문에서는 여전히 50퍼센트대에 머물고 있다. 반도체 생산에 필요한 고급 접착제나 수지, 그리고 편광판 등의 ‘부품소재 부문’에서는 70퍼센트의 세계시장 점유율을 자랑하고 있으며, 반도체나 LCD패널 생산에 필요한 ‘고급기계시장’의 점유율도 50퍼센트가 넘는다. 이러한 상황은 ‘수익의 스마일리 곡선(smiley curve of profits)’의 관점으로 보면 바람직한 현상이다. 고수익 생산구조를 가진 일본 같은 국가는 스마일리곡선의 저점에 해당하는 ‘단순한 조립단계’ 만으로는 충분한 수익을 얻을 수 없으므로 경쟁이 상대적으로 덜하고 수익률이 훨씬 큰 ‘부품제조 부문’으로 옮겨가는 중이다.

8. 일본 모델의 탄생

18~19세기 산업혁명을 선도해나간 영국을 필두로 유럽은 글로벌 패권을 장악했지만, 20세기 초까지만 해도 제조업의 상당 부분은 수공업적 장인생산시스템이 지배하고 있었다. 이 수공업적 장인생산시스템의 특징과 한계는 다음과 같다.

(1) 생산 과정을 수공업적 장인이 지배했는데, ‘장인’은 경쟁력과 지배력을 유지하기 위해 자신의 노하우와 기술(Skill) 전파를 상당히 꺼리게 되고 이로 인해 산업

노동자가 도제학습을 통해 기술을 습득하는데, 기술을 모두 익히기까지는 상당한 시간이 소요되었다. (2) 대부분의 부품 생산과 설계가 분산된 소규모 공장들에서 이루어졌으며, 이로 인해 부품의 표준화·규격화가 어렵고 대량 생산에 의한 규모의 경제 달성이 불가능했다. (3) 수공업적 장인의 비밀주의와 공장의 영세성으로 인해 체계적이고 적극적인 기술혁신이 어려웠다.

19세기 말~20세기 초, 테일러(Frederick W. Taylor)에 의해 주창된 테일러리즘은 구상(Conception)과 실행(Execution)의 분리를 추구한다. 즉, 경영진이 작업과정을 철저하게 분해·연구하여 기술과 공정 지식을 체계화한 후, 누구나 실행 가능한 단순 조작들로 작업과정을 세분화하고, 각 단순 조작들에 대한 동작연구·시간연구 등을 통해 그 작업 방식들을 표준화했다. 그 결과 숙련 지식과 공정 지식이 더 이상 노동자들의 권력이 아니라 경영자들의 권력으로 바뀌게 되었으며, 노동자들은 경영진이 제시하는 규율과 작업지침하에 단순노동을 반복하는 대체 가능한 객체로 전락했다.

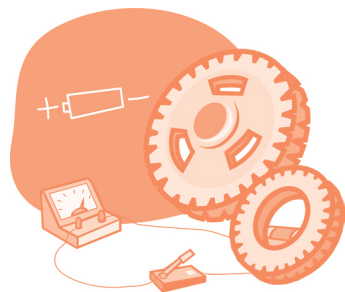
한편 1913년 포드자동차 공장에서 ‘T형 자동차’ 생산을 위해 처음으로 모습을 드러낸 포디즘은 컨베이어벨트에 의한 일관생산공정과 부품의 표준화·규격화였다. 작업의 속도가 컨베이어벨트의 속도에 종속되기 때문에 경영진은 작업의 과정과 속도를 더욱 철저하게 통제할 수 있었다. 포디즘에서도 각 작업 단계별 동선연구·동작연구 등을 통해 최적의 작업 방식이 구축되고, 그 방식에 기초한 적정 작업 시간을 계산해 각 작업 단계별 최적 인원 배치와 최적 컨베이어벨트 이동 속도가 도출되었으며, 조립공정의 노동은 규격화되고 단순화되었으며, 노동자는 언제든지 대체 가능한 ‘살아 있는 기계’로 전락했다. 그러나 이러한 테일러-포디즘은 기존의 수공업적 장인생산시스템에 비해 생산성을 획기적으로 끌

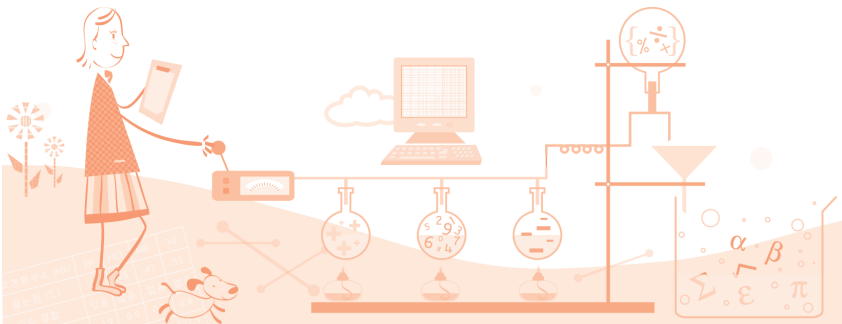
어울렸기 때문에 비로소 표준화된 제품을 저가에 대량 생산할 수 있는 길을 열어 주었다. 테일러-포디즘은 노동 과정의 파분함과 지루함으로 인한 노동자들의 이탈을 방지하기 위해 상대적으로 고임금을 제공함으로써 수많은 공장 노동자들이 의미 있는 소비 주체가 되어 대량 생산에 걸맞는 대량 소비의 시대가 열렸다.

테일러-포디즘을 선도적으로 도입·확산해나간 미국은 그 우월한 생산성을 바탕으로 점차 세계의 공장으로 우뚝 섰고, 제2차 세계대전 이후 유럽 역시 미국에서 탄생·발전한 테일러-포디즘을 적극적으로 수용하면서 미국과의 생산성 격차를 해소하여 1950년대, 1960년대 번영의 기틀을 마련했다.

테일러-포디즘은 컨베이어벨트에 의한 일관 생산 공정하에서 대량 생산을 추구하기 때문에, 경쟁우위를 확보하기 위해서는 ‘규모의 경제’가 매우 중요해진다. 또한 경영진과 노동자들은 서로 적대적이다. 노동자들은 언제든지 교체 가능한 부품에 불과하며 경영진이 강요하는 지루하고 파분한 작업 과정을 단순 반복해야 한다. 노동자들은 경영진의 일방적인 권력으로부터 스스로를 보호하기 위해, 또는 더 많은 금전적 보상을 요구하기 위해 스스로 단결해야 한다. 이것이 테일러-포디즘하에서 ‘노동조합’이 매우 높은 결집력과 협상력, 정치력을 발휘할 수 있었던 배경이었다.

1960년대 중반을 넘어서면서 장기호황에 따른 잉여 노동력 고갈 및 노동자들의 생활수준 향상으로 테일러-포디즘의 한계가 점차 표면화되었다. 잉여 노동력이 점차 고갈되어가므로 경영진은 마음에 들지 않는 노동자들을 쉽게 축출할 수가 없다. 노조의 파워도 세고 실직할 경우 새로운 직장을 구하





기도 예전에 비해 어렵지 않으니 노동자들도 작업과정에 대한 불만을 공식적·비공식적으로 표출하는 데 주저하지 않는다. 이로 인해 불량률, 결근률, 자발적 이직률이 높아진다. 또한 적대적 노사 분위기 속에서 노조가 언제 집단적인 태업 혹은 파업에 돌입할지 모르므로 회사는 이에 대비하여 각 공정별로 충분한 재고를 확보해야 한다. 높은 불량률에 따른 생산성 저하, 높은 결근률과 이직률에 따른 고용비용 증가, 높은 재고유지비용 등으로 인해 테일러-포디즘의 이윤율은 점차 떨어져갔다.

또한 테일러-포디즘은 표준화된 제품의 대량 생산을 통한 원가절감을 추구하기 때문에 필연적으로 소품종 대량 생산으로 흐를 수밖에 없다. 따라서 유행이나 트렌드의 변화를 능동적으로 따라가기가 매우 어렵다. 하지만 소득수준이 높아진 소비자들은 더 이상 획일적이고 규격화된 기존 제품들에 흥미를 잃어가고 있었다.

일본의 도요타는 테일러-포디즘의 한계를 일찍이 간파하고, 테일러-포디즘의 기반하에 수공업적인 장인정신과 팀플레이를 결합하여 린(Lean) 생산 방식(도요타 생산 방식)을 창안했다. 비록 테일러-포디즘에 기반하고 있지만 노동자들은 팀플레이를 통해 생산공정을 스스로 기획하고 관리하고 개선할 수 있는 자율성과 책임을 상당 부분 부여받는다. 노동자들이 소외된 객체에서 생산성 혁신의 주체로 참

여할 수 있는 길이 열린 것이다. (생산성 혁신을 위한 다양한 제안과 아이디어 제출은 권리일 뿐만 아니라 의무이기도 했다.) 노동자들의 능동적인 참여를 더욱 잘 반영할 수 있도록 생산공정은 보다 유연화되고, 생산공정의 변화에 능동적으로 대응할 수 있도록 노동자들은 다기능화된다. 따라서 기존의 테일러-포디즘에 비해 생산공정의 재조직화에 드는 시간과 비용이 절약된다. 생산공정의 유연화는 ‘소품종 대량 생산’을 넘어 ‘다품종 소량 생산’의 길을 열었고, 이를 통해 소비자의 다양한 욕구를 반영할 수 있었으며, 유행과 트렌드의 변화에 보다 능동적으로 대응해나갈 수 있었다. (이것이 더욱 발전하면 주문생산 방식이 가능해진다.)

또한 린 생산 방식에서는 노사관계가 보다 협조적이다. 먼저 경영진 입장에서는 노동자들의 자발적인 참여와 몰입을 이끌어내기 위해 그들을 대화의 상대로 인정하고 인간으로 대우해주어야 한다. 또한 노동자 입장에서는 다기능화를 통한 단순 반복 노동의 극복과 숙련의 기회가 제공되고 팀플레이를 통한 참여와 팀플레이를 기초로 하는 팀별 성과 중심의 보상체계 등으로 인해 노동과정에 대한 참여와 몰입이 증가하고 직무만족도가 상승한다. 이로 인해 결근율, 이직률, 불량률이 줄어들고 집단태업과 파업 등이 줄어들니 공정 간 재고를 감축할 수 있다. 출하량에 맞추어 생산을 진행하고, 생산에 맞추어 각 공정 단계별 재고수준을 최적으로 관리할 수 있는 ‘JIT(Just-in-Time)’ 생산 방식으로, 린 생산 방식은 기존의 테일러-포디즘에 비해 재고비용을 획기적으로 낮출 수 있었다.

도요타는 또한 제품의 개발과 혁신에 부품회사들을 적극적으로 참여시켰다. 도요타는 부품회사들의 제안과 아이디어를 반영하고, 부품회사들은 도요타의 변화 방향에 맞추어 능동적으로 부품들을 개발 생산했으므로 신제품의 기획에서 양산에 걸리는 시간이 단축되었다.

1960년대 초, 도요타에서 시작된 이러한 린 생산 방식이 점차 일본 전역으로 확산되어가면서 일본은 글로벌시장을 빠르게 잠식해 들어갔다. 결근율과 불량율의 저하, 재고비용의 절감 등을 통해 높은 원가경쟁력을 갖추었을 뿐 아니라, 유연한 생산공정을 통해 유행과 트렌드의 변화에 더욱 능동적으로 대응하는 한편, 다품종 소량 생산을 통해 소비자들의 다양한 욕구를 충족시킬 수 있었기 때문이었다. 이러한 린 생산 방식은 1970년대와 1980년대 일본 번영의 강력한 원천이 되었으며, 일본 제조업의 놀라운 부흥에 큰 역할을 했다.

9. 노벨상

유카와 히데키(湯川秀樹)가 ‘중간자(meson)’에 대해 발표하기 이전에는 전자, 양성자, 중성자만이 소립자였다. 원자핵의 크기는 보통 1,000조 분의 1미터(10~15미터) 정도로, 원자보다 100만 배 정도 작다. 이런 작은 원자핵 안에 양성자와 중성자들이 모여 있는데, 그러려면 이들 사이에 강하게 당기는 힘이 작용해야 하고, 이것은 전기적인 미는 힘보다 훨씬 커야 한다. 유카와 히데키는 이런 이유로 핵자 안에는 강하게 당기는 힘이 있어야 한다고 생각했다. 1934년경 유카와 히데키는 계산을 통해 핵력의 매개입자가 전자보다 200배 무거운 입자임을 발견하고 ‘중간자’란 이름을 붙였다. 1947년 영국의 포웰(Powell) 그룹이 우주선에서 이 중간자를 발견했는데, 이후 미국 캘리포니아 대학교 버클리 분교의 물리학자들이 입자가속기를 사용해 양성자를 가속한 다음 원자핵과 충돌시켜 인공적으로 중간자를 만들었다.

도모나가 신이치로(朝永振一郎)는 하이젠베르크-파울리의 연구와 디랙 연구의 장점만을 취해 1946년 상대성이론과 양자역학을 결합시킨 ‘양자전기역학방정식’

을 만들었고, 이 방정식이 과연 옳은지 확인하기

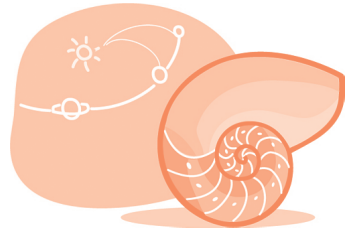
위해 전자의 질량과 전하를 계산했다. 전자는

전하를 가지고 있기 때문에 스스로 주위에 전

기장(Electric Field)을 만든다. 전자가 ‘점입자’ 인

것, ‘자체전기장(self-electric field)’ 과 상호작용한다는

것을 고려하면 전자의 에너지는 무한대가 된다. (상대성이



론에 의하면 물체의 에너지는 질량에 비례($E=mc^2$)하므로 전자질량이 무한대가 되

는 모순에 빠진다.) 디랙은 전자에 대한 방정식을 풀다가 ‘양전자(Positron)’ 를 얻

었다. 또 빈 공간에 높은 에너지를 가진 ‘광자’ 를 쏘아 ‘전자와 양전자가 쌍으로

탄생’ 하는 것이 관측되었다. 전자에서 나온 가상광자가 입자와 반입자 쌍을 만들

면 가상광자의 수가 감소하는 효과가 나타나 ‘광자와 전자의 상호작용’ 이 줄어들

어 전자의 에너지 증가, 즉 질량 증가가 유한해진다. 또 전자가 가상광자를 방

출하는 비율은 전자전하에 비례하므로 전자의 전하 역시 유한해진다. 도모나가

신이치로는 ‘가상광자와 전자의 상호작용’ 을 고려하여 양자전기역학에서 무한

대였던 전자의 질량과 0이었던 전자의 전하를 실험값과 일치하는 유한한 값으로

구할 수 있었다. 이 ‘재규격화(Re-Normalization)’ 를 통해 ‘양자전기역학’ 은 실험 결

과를 가장 정확히 예측한 이론이 되었다. ‘양자전기역학’ 을 여러 소립자에 적용

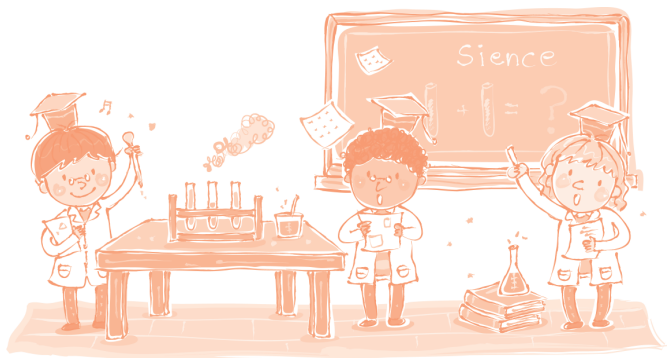
할 수 있도록 확장한 ‘양자장이론(Quantum Field Theory)’ 은 현재 소립자 물리학을

연구하는 데 핵심적인 역할을 하고 있다.

미시세계에서는 우리가 경험할 수 없는 ‘터널링 현상’ 이 일어난다. 소립자들

은 파동-입자의 이중성을 갖기 때문에 자신의 에너지보다 큰 ‘퍼텐셜에너지’ 를

가진 벽을 만날 경우에도 벽 안으로 침투할 수 있다. ‘도핑(Doping)’ 이란 반도체



안에 불순물 원자를 넣는 것이다. 반도체를 도핑시키면 이동할 수 있는 전자 수가 많아져 전류가 증가한다. ‘다이오드’는 n(Negative)형 반도체와 p(Positive)형 반도체를 붙여(Junction) 만든 전자부품으로 ‘정류(Rectification)’ 특성을 가진다. ‘에사키 터널다이오드’에서는 불순물이 많이 첨가된 반도체를 사용한다. 이렇게 되면 우선 접합 부분에 생기는 퍼텐셜에너지 장벽의 두께가 얇아진다. 또 일반 다이오드와 달리 낮은 전압에서도 퍼텐셜에너지 장벽의 높이가 낮아진다. 이로써 전자의 터널링이 일어난다. 에사키 레오나(江山壽玲於奈)가 발견한 터널다이오드는 손으로 다이얼을 돌리지 않고도 주파수를 자동으로 찾아주는 라디오나 고주파 통신 기기 등에 유용하게 사용되었다.

표준모형에서 진짜 소립자는 여섯 개의 렙톤(전자, 전자뉴트리노, 뮤온, 뮤온뉴트리노, 타우입자, 타우입자뉴트리노), 여섯 개의 쿼크(업, 다운, 참, 스트레인지, 탑, 바텀쿼크)의 12개뿐이고 이들은 모두 점에 가까운 입자로 알려져 있다. 그리고 힘을 매개하는 네 개의 입자(광자, 글루온, W입자, Z입자)가 추가된다. 원자핵 안의 중성자가 양성자로 붕괴하며 전자와 중성입자 ‘뉴트리노(Neutrino)’를 핵 밖으로 방출하는 것이 베타붕괴이다. 그런데 뉴트리노는 물질과 거의 반응하지 않으며 물질을 관통하므로 흔적을 확인하기가 매우 어렵다. 고시바 마사토시(小柴昌俊)는 1978년 ‘가미오칸데’라는 검

출기를 지하 1,000미터 깊이의 폐광에 설치했다. 가미오칸데는 5,000톤의 물이 차 있는 거대한 육면체 물통으로, 물통 벽면에는 지름 50센티미터의 대형 광전자 증배관(Photomultiplier Tube)이 뿔뿔이 들어차 있다. 뉴트리노가 검출기의 물속에 들어오면 물의 원자핵과 충돌하여 고속의 전자가 발생한다. 이 전자가 물에서의 광속(대기 중에서의 광속보다 느림)보다 빨리 움직이면 ‘체렌코프 복사(Cherenkov Radiation)’라는 섬광이 발생한다. 가미오칸데는 이 섬광을 광전자 증배관으로 검출하도록 만든 것이다. 1983년 가동에 들어간 가미오칸데는 먼저 태양 뉴트리노를 관측했다. 그는 1996년 ‘초 가미오칸데’를 이용해 ‘뉴트리노 진동’이라는 현상을 발견했다. 세 종류의 뉴트리노 사이에는 상호작용이 있어 한 종류의 뉴트리노가 다른 종류의 뉴트리노로 붕괴하므로, 한 종류의 뉴트리노의 수가 커졌다 작아졌다 하는 진동이 발생한다.

분자의 전자구름은 원자들이 잘 결합하도록, 원자와는 다른 전자구름 모양을 갖는다. 분자의 전자구름 모양이 원자일 때와 달라지면서 에너지가 낮아지는 것이다. 자연에는 무수한 화학반응이 존재한다. 1950년대 화학자들은 전자구름의 모양, 즉 전자의 분포가 화학반응에서 중요하다는 것을 알고 있었다. 그러나 전자구름만으로는 설명하기 어려운 현상이 탄화수소의 화학반응에서 발견되었다. 방향족탄화수소인 벤젠(C_6H_6)분자와 산화질소이온(NO_2^+)의 반응이 그 예다. 산화질소이온의 전하가 양(+)이기 때문에 이온은 벤젠의 전자분포(-전하)가 가장 큰 곳으로 끌려가 결합될 것으로 예상되었지만 실험 결과는 달랐다. 후쿠이 겐이치(福井謙一)는 벤젠의 경우 에



너지가 높은 전자분포가 반응에 중요하다고 생각했다. 나아가 그는 전 화학반응에서 가장 중요한 역할을 담당하는 것은 ‘에너지가 높은 전자궤도’임을 주장하고 이를 ‘프런티어 궤도’라고 불렀다. 이후 후쿠이 겐이치는 화학반응이 일어나는 경로를 따라 프런티어 궤도가 어떤 상호작용을 거치게 되는지 연구했고, 화학반응과정을 이론적으로 정확히 이해하여 새로운 화합물을 합성하는 데 큰 기여를 했다.

‘아세틸렌’은 탄소원자 두 개와 수소원자 두 개가 결합하여 만들어진 간단한 분자다. 화학식이 C_2H_2 , 구조식은 $H-C \equiv C-H$ 로 일(一)자 모양으로 원자가 배열되어 있고, 탄소원자들은 전자 세 개를 공유하여 삼중으로 단단하게 결합해 있다. ‘고분자화(Polymerization)’하려면 단량체를 이온화시켜 이미 만들어진 고분자에 잘 달라붙도록 해야 한다. 이런 작용을 하는 것이 촉매이다. 시라카와 히데키(白川英樹)는 ‘아세틸렌 기체’를 특수한 촉매와 반응시켜 아세틸렌의 고분자인 ‘폴리아세틸렌’을 만들었다. 폴리아세틸렌은 탄소-탄소 결합이 가운데 중심축을 이루고 있고 주위에 수소원자가 붙어 있다. 또 탄소-탄소 결합은 특이하게 단일결합과 이중결합이 교대로 반복되는 ‘공액이중결합(Conjugated Double Bonds)구조’이다. 소량의 촉매를 사용할 경우 긴 사슬의 고분자를 이루지 못하고 검은색의 폴리아세틸렌 가루가 얻어진다. 그러나 그는 실수로 촉매를 1,000배 이상 사용했고 은 빛 광택이 나는 ‘폴리아세틸렌필름’을 얻었다. 이 경우 아세틸렌 기체는 촉매에 닿자마자 반응을 일으켜 이미 만들어진 폴리아세틸렌에 달라붙을 수 있기 때문에 필름이 생긴 것이다. 시라카와 히데키가 만든 반짝이는 폴리아세틸렌필름은 보통의 플라스틱처럼 전기가 통하지 않았다. 1976년, 미국의 맥더미드(Alan G. MacDiarmid)와 히거(Alan J. Heeger)는 시라카와 히데키의 폴리아세틸렌필름에 ‘요오

드 증기’를 쏘여 도핑시킴으로써 전기가 100만 배 이상 잘 통하는 ‘전도성 필름’을 얻었다. 폴리아세틸렌 필름에서 ‘정공’의 이동을 보면, 한 아세틸렌분자에서 다른 아세틸렌분자로 ‘깡충뛰기(Hopping/Jumping)’하는 것을 볼 수 있다. 아무튼 이제부터 종이처럼 돌돌 말 수 있는 ‘얇은 태양전지’와 ‘디스플레이(TV, 컴퓨터모니터)’, 나노 크기(10억 분의 1미터)의 ‘트랜지스터 개발’ 등 ‘전도성 고분자’의 새로운 응용이 가능해졌다.

네덜란드의 반트호프(Jacobus H. van't Hoff)는 1874년 생물체가 가지고 있는 혼한 아미노산인 알라닌(Alanine)에 두 가지 형태가 있으며 이 두 형태가 서로 거울상임을 발견했다. S-알라닌과 R-알라닌이라고 부르는 두 형태는 서로 거울에 비친 모습을 하고 있다. 알라닌과 같이 거울 대칭성을 가진, 즉 서로의 거울상이 존재하는 분자를 키랄(Chiral)분자라고 한다. 알라닌을 실험실에서 만들면(합성하면) 두 종류의 알라닌이 동일한 비율(50 대 50)로 섞인 혼합물이 만들어진다. 거울상의 화합물이 같은 비율로 합성되는 것을 대칭합성(Symmetric Synthesis)이라고 한다. 반면 한 종류의 거울상 물질이 다른 종류보다 많이 만들어지도록 하는 것을 비대칭합성(Asymmetric Synthesis)이라고 한다. 노요리 료지(野依良治)는 1974년부터 비대칭합성을 연구했다. 그는 키랄 촉매가 어떤 이유로 비대칭적인 합성을 일으키는지 밝히고자 노력했다. 2년 후인 1976년 BINAP라는 키랄 촉매분자를 얻었고, 1978년에는 BINAP 촉매를 안정적으로 합성했다. 1980년에는 이를 사용해 아미노산의 비대칭합성에 성공했다. 이후에도 그는 BINAP를 이용한 비대칭합성 연구를 계속했다. 그리하여 BINAP를 이용한 방법은 현재 제약회사에서 항생제, 심장질환치료제 등을 만드는 데 매우 유용하게 쓰이고 있다. 2001년 노요리 료지는 효율적으로 비대칭합성 하는 방법을 개발한 공로로 노벨상을 받았다.

1988년, 펜(John B. Fenn)은 매우 강한 전기력을 이용해 단백질을 손상시키지 않고 이온화시키는 기술을 발견하고 여기에 ‘비행시간법(Time of Flight Method)’을 적용하여 단백질의 질량을 측정했다. 단백질 수용액을 강한 전기장 속에 뿌리면 물방울이 만들어지고 물방울에서 물이 서서히 증발하면서 단백질이온만 남는다. 이 단백질이온으로 단백질의 질량을 측정할 수 있었다. 한편 다나카 고이치(田中耕一)는 1987년 단백질을 매트릭스(Matrix)에 붙인 후 적절한 파장과 에너지를 가진 레이저빔을 쏘아 매트릭스 표면에서 이온화된 단백질이 떨어져 나오게 하는 ‘약한 레이저 탈착 방법(Soft Laser Desorption; SLD)’을 발견했다. 그리고 이 SLD 원리를 이용한 단백질 질량 측정장비인 ‘MALDI-TOF-MS’를 개발하여 단백질 연구의 새 장을 열었다. 다나카 고이치가 고안한 장비들은 현재 신약을 개발하거나 말라리아, 암 등의 질병에 감염되었는지 진단하는 데 유용하게 쓰이고 있다.

몸속에 침투한 이물질을 생물학에서는 ‘항원’이라고 부른다. 예를 들어 병원균이 항원으로 몸 안에 들어오면 백혈구(White Blood Cell) 가운데 하나인 B림프구(Lymphocyte)에서 병원균에 대응할 ‘항체’가 만들어져 세포 밖으로 나온다. 항체는

단백질의 일종으로 항원에 대해 자물쇠와 열쇠의 관계를 갖는다.

항원에 맞는 항체가 만들어지면 이 항체는 항원에 구멍을 뚫고 달

라붙는다. 항체의 공격을 받아 항원이 움직일 수 없게 되

면 대식세포(Macrophage)가 나타나 항원을 잡아먹는다.

대식세포는 백혈구가 세포 밖으로 빠져나와 모양이 변

화한 것이다. 우리 몸에 들어오는 이물질인 항원의 종

류는 무수히 많다. 따라서 이에 대응할 항체의 수도

무한할 수밖에 없다. 단백질인 항체는 두 쌍의 긴 사



슬과 하나의 짧은 사슬로 이루어진 Y자 모양을 하고 있으며, Y자의 윗부분이 항원과 결합한다. 항체의 긴 사슬 하나만도 500만 개 이상의 다른 형태를 가질 수 있다. 여기에 더해 짧은 사슬도 1만 개 정도의 다른 형태를 가진다. 이 둘을 곱하면 최종적으로 10억 개 이상의 다양한 항체가 몸 안에서 만들어져 우리 몸을 항원으로부터 안전하게 지켜준다. 도네가와 스스무(利根川進)는 사람에게 긴 사슬은 G, M, A, D, E라고 부르는 다섯 종류가 있는 반면 짧은 사슬은 κ (카파)와 λ (람다)의 두 종류가 있음을 밝혔다.



1 수출입국

2 중화학공업화

3 기간산업

4 대한민국 100대 기술



제 7 장

한국의 근대과학



한국의 근대과학



1. 수출입국

한국에서 ‘현대과학의 학습’은 1959년 원자력원의 창설과 함께 시작되었으며, 1960년대에 과학기술에 대한 국가적 지원체계가 형성되고 KIST가 설립되었다. 1967년 과학기술처의 설립 이후 과학기술 분야 학회들의 활동도 활발해졌다. 박정희의 국가 경영은 팔 수 있는 것은 모조리 외국에 팔아야 발전할 수 있다는 ‘수출제일주의’였다. 1963년 한국의 수출 실적은 8,680만 달러였는데, 이듬해 수출 목표를 전년 대비 39.3퍼센트 늘어난 1억 2,000만 달러로 잡았다. 1964년 초 시간당 노임은 일본이 56센트, 대만이 19센트였고 한국은 16센트였다. 박정희가 1964년 5월 달러-원 환율을 1달러당 130원에서 255원으로 두 배나 올림으로써, 한국의 시간당 임금은 10센트로 떨어졌다. 이러한 저임금 구조가 ‘수출입국을 통한 경제개발’의 첫걸음이었다. 1965년 수출 목표는 전년 대비 49퍼센트나 늘어난 1억 8,000만 달러로 결정되었다. 공장 증설로 공산품이 수출 대열에 오르면서 목표치는 달성되었다.

제1차 5개년계획이 마감되는 1966년에 2억 5,000만 달러를 수출하자, 박정희는 1967년 연두교서를 통해 ‘1970년대에 10억 달러 수출 목표를 달성하겠다’는

목표치를 제시했다. 이 계획의 이면에는 1965년 한일 국교 정상화로 섬유 등 각 분야에 산업설비가 빠른 속도로 마련되면서 공산품 수출이 늘어난 데 따른 자신감이 있었다. (박정희는 1964년 일본과 한일조약을 체결했고, 일본정부는 대일 청구권자금으로 한국정부에 5억 달러의 경제원조와 민간용자 3억 달러를 제공했다. 박정희는 이 자금을 포항제철(POSCO), 경부고속도로, 그리고 소양강댐을 건설하는 데 주로 사용했다.) 그리고 기능공을 대량으로 길러낸 후, 한국에 값싸고 질 좋은 기능공이 많으니 한국에 들어와 공장을 지어달라고 외국에 호소했다. 이렇게 해서 한국의 일자리는 갑자기 늘어났다. 정부는 또한 대규모 공업단지를 지어, 일본에서는 이미 사양길에 접어든 수많은 제품의 기술 도면을 얻어다 주었다. 생활필수품마저 부족했던 당시엔 물건이 없어서 못 팔았다. 결국 10억 달러 수출은 당초 계획보다 1년 앞선 1970년에 달성되었다.

1965년부터 1969년까지 미국의 강력한 지원과 일본의 차관 및 무상 자금, 베트남 파병에 따른 본국 송금, 베트남 군수산업 호황 등에 힘입어 경제를 안정시키고 경제성장의 동력을 얻을 수 있었다. 경제성장률도 연 10퍼센트를 초과하는 등 발전도상국 중 모범으로 꼽혔다. 박 대통령은 이를 바탕으로 고속도로를 만들고 많은 빌딩을 짓고 울산공업단지를 확장하는 등 눈부신 성장을 이루었다. 결국 “기아선상에서 허덕이는 절망스런 민생고를 시급히 해결하고 자주경제를 재건한다”라는 공약이 이행된 것이다. 그러나 이러한 정부의 주도는 한국 경제를 불균형 상태로 몰아갔다.

1971년 10월 유신이 있었다. 유신체제의 등장은



경제적으로는 ‘10월 유신, 100억 달러 수출, 1,000달러 소득’이란 구호로 표현되었다. 박정희의 수출 100억 달러라는 화두는 중화학공업 육성으로 귀결되었고 이는 예정대로 진행되었다. 이 기간에 화약 공장, 즉 제7비료, 남해화학과 여천 한국화약 제2공장, 그리고 조선소, 즉 옥포조선소와 삼성조선소 그리고 구미공업단지(전자)와 창원기계공업단지(기계공업) 건설이 밀어붙여졌다. 당시 농촌 주택의 80퍼센트가 초가집이었으며, 전기 보급은 전체의 20퍼센트에 불과했다. 도로 자체가 제대로 만들어지지 않아 마을까지 자동차가 들어갈 수 없는 곳이 태반이었다. “주민들이 의욕 없는 마을은 5,000년이 가도 일어설지 못할 것입니다. 주민들이 해보겠다는 의욕을 갖고 나서면 정부에서 조금만 도와줘도 2, 3년이면 일어날 수 있습니다. 또 주민들의 힘으로 길을 닦고 다리를 놔야겠습니다. 주민들의 힘으로 할 수 없는 것은 군이나 도에 지원을 요청하고, 나머지는 주민들의 힘으로 해보자는 것입니다. 이 운동을 ‘새마을 가꾸기 운동’이라 해도 좋을 것입니다.” 농촌에서는 새마을운동이 대대적으로 벌어졌다.

새마을운동의 시작은 생활환경 개선사업이었다. 새마을운동 첫해인 1970년에는 각 부락별로 300~350포대의 시멘트를 무상 배급해주었는데, 반드시 마을의 공동사업에만 써야 한다는 조건을 달았다. 부락 단위로 마을 진입로 확장, 작은 교량 건설, 농가 지붕 개량, 우물 시설 개선, 공동 목욕탕 건립, 작은 하천의 뚝 개조, 공동 빨래터 만들기 등이 진행되었다. 새마을운동이 확산되면서 생활환경 개선사업을 넘어 전기와 전화 가설, 식량 증산으로 이어졌고, 이는 농촌 근대화의 중추신경이 되었다.

1973년, 박정희는 전 국민 과학화 운동을 제의하면서 남녀노소 할 것 없이 과학을 습득하고 생활화하자고 주장했다. 대학교수, 전문 연구원까지 동원하여 부

역을 개량하고 새마을 공구함의 사용법을 가르쳤다. 이어서 과학기술인뿐만 아니라 모든 국민에게 1인 1기의 기술을 습득하게 해서 전 국민을 ‘과학기술인’으로 만들어야 한다는 지침이 발표되었다. 대학교수들을 중심으로 새마을 기술봉사단을 만들어 강원도 고령지에서의 축우 증식과 원예작물 증산, 충청남도의 비옥우사업과 새마을기술 지도, 전라북도의 농가소득 증대를 위한 부업 양돈 지도 등 현지 지도를 함으로써 지역사회 개발과 농어촌 근대화를 촉진했다. 이 외에도 쌀을 비롯한 곡류 소비량이 지나치게 많아 영양 불균형이 발생하므로 밀가루 음식과의 혼식을 강조하는 식생활의 과학화도 있었다.

우리나라는 농경사회에서 산업사회로 접어들면서 대가족이 급속히 무너지고 두레가 불가능할 정도로 일손이 달렸고 농촌에서는 녹색혁명의 영향으로 벼만을 재배하게 되었다. 넓은 경작지에 한 가지 농작물만을 심다 보니 해충이 들끓어 각종 농약 살충제를 뿌렸다. 약을 아무리 뿌려도 해충과 잡초는 해가 갈수록 늘어갔고, 더 강력하다는 약을 뿌려도 몇 년이 지나면 소용이 없었다. 농부들은 매년 더욱 많은 비료를 사용해야 했으며 결국에는 화학비료 없이는 싹이 제대로 트지 않게 됐으며, 과도한 농약살충제 사용으로 토양 생물이 사라지고 농부들은 중독되었다.

이전에는 다양한 농작물과 종자를 보전해왔기 때문에 지역과 역사와 환경에 따라 다양한 음식문화가 전해질 수 있었다. 또 다품종 소량 생산으로 기상이변에도 생산량의 기복이 심하지 않았다. 그런데 녹색혁명으로 한 종류의 식물만 계속 심게 되자 재래종 씨앗이 사라졌으며 지력이 떨어져 생산된 쌀은 영양가가 줄어들었다. 단작으로 과잉 생산된 쌀의 판매가가 생산비 이하로 떨어지자 농민들은 빚에 쪼들렸다.

2. 중화학공업화

1973년 제1차 석유 위기가 발생했다. 국제 원유 가격이 몇 달 만에 네 배로 폭등했고 공급량도 22퍼센트나 줄어들었다. 1974년과 1975년 사이에 도매물가는 100퍼센트, 소비자물가는 72퍼센트 상승해 한국전쟁 이후 최고의 인플레이션을 기록했다. 박정희는 달러가 넘쳐나는 중동에 건설업체를 적극 진출시키기로 했다. 1973년에는 삼환만 중동에 있었지만 이듬해에는 일곱 개, 1975년에는 20개, 그리고 1979년에는 60개 회사가 진출했다. 단순한 도로공사에서 시작하여 항만 공사, 건축 및 전기통신공사 그리고 나중에는 복잡한 플랜트 건설까지 수주함으로써 한국의 건설업체들은 세계적 경쟁력을 갖추기 시작했다.

한국의 중동 진출과 함께 숙련 기능공 양성 작업도 시작되었다. 박정희는 “해마다 5만 명의 기능공만 양성할 수 있다면 우리는 선진국이 될 수 있다”고 했다. 이에 따라 중동에 진출하는 기능공을 전문으로 양성하는 프로젝트가 시작되었다. 공업계 고등학교에서 시험을 통해 해외 진출 기능공 후보를 뽑아 집중 훈련하는 방법이 채택되었다. 중동 건설 유행이 본격화하면서 일자리가 급격히 늘어났을 뿐만 아니라 임금도 빠르게 상승했다. 석유파동으로 시작된 한국의 중동 진출은 중화학공업 육성이라는 1970년대 정책 목표를 달성할 수 있게 만들어 연평균 13퍼센트라는 고도성장이 가능했다.

1960년대 초 우리나라의 수출품은 농수산물과 광산물이 주종을 이루었지만, 1960년대 중반 이후부터 공산품 중심으로 바뀌었다. 이후 전체 수출에서 공산품이 차지하는 비중은 계속 증가했다. 1970년 수출 주력 상품은 섬유류, 합판, 가발 등의 경공업제품이었지만, 1980년대 이후에는 전자, 선박, 철강, 자동차 등 중화학공업제품이 중요한 수출품목으로 자리를 차지하게 되었다. 강력한 수출유

도정책을 실천에 옮기기 위해 만들었던 종합상사는 1980년대에 수출의 70퍼센트를 담당했다. 이러한 박정희식 경제성장 방식은 과감한 설비투자 등으로 당장은 수출과 매출이 늘어나지 않아 요소 생산성이 하락하는 것을 감수하면서도, 장기적으로 수출과 매출이 증대될 것을 기대함과 동시에 결국에는 요소 생산성 역시 상승하는 방식이었다.



박정희는 수출을 확대해야 외화를 벌 수 있고, 이 외화로 고급 기술을 도입해야 경제를 고도화할 수 있음을 이해하고 있었다. 그렇기 때문에 시장을 철저히 이용했다. 또 박정희는 자본가를 통제했다. 투자를 규제한 것이다. 그것이 바로 산업정책이고 경제개발계획이었다. 정주영 회장을 박정희가 억박질러 만들게 한 것이 현대조선이었다. 요컨대 박정희는 자본가들의 투자, 소비, 자본의 유출을 통제하는 데 성공했다. 자본주의를 발전시키려면 노동에 대한 착취를 강화하고 세련화해야겠지만, 그보다 더 중요한 것이 자본을 통제하는 것이다.

그러나 박정희는 일본을 거의 섬기듯 했다. 국정 전반을 일본식으로 따라하려 했다. 한일 관계 정상화에 일정 부분 공헌한 것은 사실이지만 호혜의 한일 관계를 정립하지는 못했다. 정통성이 희박한 쿠데타 세력은 피해 보상을 구걸하다시피 했으며 현안이 생길 때마다 국익보다는 정권 유지를 위한 유착을 거듭했다. 이 결과 우리나라 경제의 일본 종속이 심화되었다.

3. 기간산업

오늘날의 자동차는 1만 5,000개의 부품으로 만들어지며, 이러한 자동차산업은

다른 분야에 비해 가장 많은 인력을 고용하는 데다가 타 산업에 미치는 영향도 크다. 1955년 한국은 미군의 지프를 흉내내 조립승용차 ‘시발’을 생산했다. 국산화율은 20퍼센트였다. 이후 현대의 소형차 ‘포니’가 일본 미쓰비시(三菱) 자동차의 기술 원조로 탄생했다. 기아 자동차도 일본의 마쓰다 자동차와의 제휴로 왜건 차 ‘봉고’를 내놓았다. 현대는 1975년부터 1978년까지 ‘포니’를 10만 대 생산하여 남미와 중동을 비롯한 세계 각국에 수출했다. 1983년에는 ‘포니2’와 ‘스텔라’, 1985년에는 전륜구동형 신차 ‘엑셀’을 내놓았다. 비슷한 시기, 기아와 대우도 ‘프라이드’와 ‘르망’을 생산했다. 1991년 1월 현대는 자연흡기 두 개와 배기 한 개의 ‘SOHC 3밸브 방식’의 ‘알파엔진’을 개발하여 ‘엑센트’에 사용했다. 1997년에는 배기밸브 한 개를 더해 ‘DOHC 4밸브 방식’으로 2005년까지 사용되었다. 제2차 세계대전 후 자동차 생산국이 된 나라는 한국이 처음이었다. 우리나라는 현재 인구의 15퍼센트, 즉 600~700만 명 정도가 자동차 관련업에 종사하고 있다.

우리나라의 경부고속도로는 1968년 2월 1일 착공하여 1970년 7월 7일 왕복 4차선도로로 준공되었다. 한반도 최대의 토목공사였던 이 공사에 동원된 연 인원은 890만 명이나 되었고, 파낸 흙도 북한산 크기와 맞먹을 만큼 엄청났다. 현재 우리나라의 고속도로망은 약 2,000킬로미터에 이른다.

포항제철은 1970년 4월에 착공하여 1973년 7월에 1기가 완공되었고 그 후 1980년대까지 확충을 계속했다. 이때부터 한국의 철강업, 조선업, 전자공업 등에서 발전이 이루어졌다. 포항제철소 건설은 1970년부터 시작되어 1983년에 완료되었다. 건설 기간은 20~40개월이 소요되었는데, 각각 1기의 39개월, 2기의 29개월, 3기의 28개월, 4기 1차의 25개월, 4기 2차의 21개월이 걸렸다. “엔지니어가 직접 공사를 감독함으로써 상당히 많은 것을 배웠고, 공사 감독을 하면서

작업 내용도 모른 채 지휘한다는 것은 있을 수 없는 일이라는 것을 깨달았다. 대형 프로젝트에 대한 건설 관리기법을 직접 터득할 수 있었다.” 그동안 신일본제철은 용광로 기술을 개발만 해놓고 사용하지는 않았다. 그런데 포항제철은 그 기술을 구입해와서 체화했다. 1970년에 50만 톤 미만이던 우리나라의 철강 생산 규모는 포스코(POSCO) 덕으로 2000년에는 4,300만 톤으로 늘어났다. 30년간 무려 100배 가까운 성장을 이룩한 것인데, 그와 더불어 국민소득도 1인당 연간 100달러 남짓에서 1만 달러로 늘어났다. 2004년에는 연간 3,020만 톤을 생산해 세계 3위의 철강업체로 도약했다.

1965년, 미국의 코미(Commy)사가 설립한 고미반도체에서 트랜지스터를 조립 생산하면서 시작한 우리나라의 반도체산업은 1976년의 한국 전자기술연구소의 설립으로 본격화되었다. 1977년 삼성전자가 LSI를 생산하여 국내 공급체계를 갖추었고, 1981년에는 컬러텔레비전용 집적회로를 생산했다. 1980년에는 금성반도체 등에서도 기술 집약적인 반도체 소자 제조가 시작되었다. 삼성전자는 1983년에는 64k DRAM 개발, 1984년에는 256k DRAM, 1985년에는 미국과 일본만 생산할 수 있었던 1M-ROM을 대량 생산하기 시작했고, 1986년에는 1M-DRAM을 개발해 일본과의 기술 격차를 줄여나갔다. 1988년에는 4M DRAM을 개발했고 1990년에 개발된 16M DRAM부터는 일본과의 격차를 없앤 후 1994년에는 세계 최초로 256M-RAM을 개발했다. 전 세계의 모든 반도체 업체에는 1993년의 30퍼센트, 1994년의 32퍼센트, 1995년의 42퍼센트라는 폭발적 시장 증가로 주문이 쏟아지고 있었다. 이때 우리나라도 막대한 수익을 바탕으로 시설 확장과 고속 성장을 지속했다. 우리나라의 경우 가전산업을 통해 성장한 대기업 삼성을 중심으로 대량 생산과 저가 수출 전략 그리고 정부의 적극적인 IT

분야 집중 지원으로 수요가 폭발적으로 확대되었다. 삼성전자의 성공은 현대전자와 엘지전자로 이어졌다. 결국 종합 반도체업체인 삼성전자와 하이닉스, 파운드리(Foundry) 서비스의 동부전자, 개별 소자와 아날로그 집적회로의 KEC, 실리콘 웨이퍼를 생산하는 LG실트론, 패키징의 동부전자와 칩팩코리아 등의 기업들이 우리나라 총생산의 5퍼센트, 부가가치의 7퍼센트, 수출의 15퍼센트 정도를 창출하고, 특히 삼성전자는 디지털 텔레비전, 캠코더, 휴대전화, 카메라, MP3, 게임기 등에 주로 쓰이는 낸드플래시 메모리 시장의 60퍼센트를 점유했다. (그러나 우리나라는 장비의 국산화율은 10퍼센트대에 머물고 있으며, 재료의 국산화율은 50퍼센트대에 머물러 있다. 즉 삼성전자는 반도체 생산라인의 80퍼센트를 미국과 일본에서 수입하고 있고, 특히 웨이퍼를 깎는 핵심 장비는 거의 100퍼센트가 일본이나 미국제품이다.) 20세기가 끝날 때까지 일본과 한국 기업들은 메모리 분야에서, 미국 기업들은 마이크로프로세서 분야에서 세계시장을 지배했다. 이어서 대만에서도 반도체 생산 공장 건설 붐이 일어 10개가 넘는 새 기업들이 나타났다.

전화는 1980년 초반까지만 해도 우리나라에서는 재산 목록으로 꼽히는 값비싼 품목이었다. 우리나라 전화의 대중화에는 1980년대 중반에 이루어진 전자식 교환기(TDX) 개발 사업이 큰 공헌을 했는데, 그 결과 1988년에는 전화 가입자수가 1,000만을 돌파하면서 가구당 한 대 꼴이 되었고 그 후 1997년에는 2,000만 대로 늘어나 1가구 2전화기 시대가 열렸다. 전화기는 이제 사람들이 항상 지니고 다니는 필수품 중의 필수품이 되어, 우리나라의 경우 휴대폰 등록수는 3,000만 대에 이른다. 요즘의 휴대폰은 단순히 상대방과 대화하는 기능을 넘어 전자수첩, 게임기, 카메라, TV 등 여러 기능을 지니고 있으며, 앞으로 어떤 기능이 추가되

어 어떤 쓰임새로 이어질지 상상할 수 없을 만큼 휴대폰의 기술 개발은 무한하다. 손에 쥔 작은 전화기는 세계 기술혁명의 현장이다.



우리나라의 인공위성은 무궁화위성 1호, 2호, 및 3호와 우리별위성 1호, 2호 및 3호, 과학기술위성 1호, 아리랑위성 1호 등 총 8기이다. 이 중 1999년 발사된 무궁화위성 3호는 초고속인터넷 및 광대역 멀티미디어 서비스가 가능한 통신위성으로 동남아 지역까지 미친다. 1999년 발사된 아리랑위성 1호는 6.6미터의 해상도를 갖는 영상을 생성할 수 있는 카메라와 전 세계의 해양을 관측할 수 있는 해양관측 카메라를 싣고 있어 3차원 전자지도 작성 및 해양오염 상태나 어군탐지에 활용된다. 2006년 발사된 아리랑위성 3호는 1미터급의 고해상도 위성카메라를 장착하고 있다.

4. 대한민국 100대 기술

공학 기술자 단체인 한국공학한림원은 2010년 한국경제의 밑천이 되었던 ‘대한민국 100대 기술과 그 주역’을 다음과 같이 선정했다.

(1) 1950~1960년대 - 라디오(김해수), 아날로그 텔레비전 수상기(구본국, 정용문, 서평원), 전력 기반설비(성낙정, 조정해, 홍순영), 수동 선반(권승관, 범희봉, 최중옥), 나일론 섬유(구민회, 이동찬), 화학비료(마경석, 장홍규, 최근선), 산업용 화약(다이너마이트)(김종희, 신현기).

(2) 1970~1980년대 - 한글 타자(우원식, 이찬진, 정내권), 지대지 유도탄(백곡)(이정서), 비디오카세트리코더(VCR)(최상규, 윤종용, 황인섭), 고집적 메모리소자(이윤우, 오계환, 이희국), 초음파 진단기(배무호, 이민화, 장성호), 소형 승용차 포니(박광남, 이충구, 정주화), 초대형 유조선(에틀렉틱베린)(김형백), 공조설비(최상홍), 굴삭기(공희석, 송대길, 오승현), 해수 담수화플랜트(박금서), 삼일빌딩(김중업, 정재철, 오봉근), 잠원동 대림아파트(김호성, 이원현), 소양강댐(연제원, 정태수, 황정규), 경부고속도로(박태권, 허필은, 양봉용), 주베일산업항(김용재, 전갑원), 서울 지하철(김제원, 이성민), 청계 하수 종말 처리장(변종옥), PVC 안정제 및 산화 방지제(박경재, 박종호, 정덕석), 불소 화학제품(권영수, 박진유, 안영옥), PET필름(최남석, 최준식), 강화플라스틱 화합물(Engineering Plastic Pomppound)(여종기, 유진녕, 정규상), 아라미드 섬유(노경환, 한인식, 윤환식), 폴리에틸렌 촉매(강수철, 정영태), 타이어 코드(최수명), 형강압연롤(이도형), 수직 갱도(Shaft Sinking)(김유선, 정인옥), 시멘트(남기동), 플랜트용 주단소재(이정훈), 지하 유류비축 저장시설(김용태, 정소걸, 김호영), 제철용 특수내화물(양삼열), 공업용 합성다이아몬드(신태중, 박종구, 은광용).

(3) 1990~2000년대 - 자동화 및 로봇(김성권, 김영국, 서일홍), 유무선 통신시스템(박항구, 양승택, 서정옥), 765킬로볼트 고전압 송전(김세일, 정태호, 김덕수), 무선기기(휴대폰)(이기태, 조병덕, 천경준), 초고집적 D램소자(반도체)(권오현, 박종우, 진대제), 디지털 HD TV(윤부근, 백우현), 시스템반도체소자(노형래, 황기수, 허염), 플랜트 엔지니어링(김병진, 유홍석), 보일러(최진민), 한국형 고속열차(양세훈, 정경렬, 김기환), LNG선(고명석, 이정환, 최성락), 전자제어브레이크 등(ABS, TCS)(김기원, 황인용), 국내 최초 디젤엔진(J3,2.9L,HSDI)(김민희, 김승일, 홍현준), 자기부상열차(김인근, 김국현, 한규환), 올림픽 주경기장(김수근, 임정빈, 최문식), 1기 신도시 개발(김진호, 안건혁, 오국환), 라이신·핵산(임상조), 스판덱스(Spandex) 섬유(서승원), 폴리부텐(김명석), 항암제(송봉규, 송준석, 최호준), 퀴놀론계 항생제(손웅락, 추연성, 홍창

용), 인간 성장호르몬(박순재, 원특연, 한규범), 조선용 후판(이창선), 전기동(강성원), 아연(최창영), 연구용 원자로 하나로(김성년, 오세기, 하재주), 한국표준형 원전(KSNP)(김병구, 이병령, 한필순).

(4) 2000년대 이후 - 대형 TFT-LCD 패널(이상완, 장원기, 여상덕), 모바일 메모리(임형규, 황창규, 최진석), 와이브로(WiBro)시스템(김영기, 조세재, 임주환), AMOLED(강호문, 유의진, 정호균), 온라인 게임(김정주, 송재경, 김택진), 인터넷 검색서비스(이준호, 이해진), 스팀드럼 세탁기(김상수, 조성진), 고기능 고해상도 TFT-LCD(김상수, 석준형, 정인재), 첨단전자소재 및 부품(고병천, 최치준, 송문섭), 배전자동화시스템(고인석, 김호용, 하복남), 전기자동차(양웅철, 홍준희), 14가솔린세티엔진(김홍집, 문대홍, 이현순), 고속고강성 선박제조기술(김광진, 이재운, 조민희), T-50 고등훈련기(장성섭), 산업용 로봇(김성락, 이충동), 선형압축기(Linear Compressor)(이혁), 다목적 실용 위성2호(이상률), 조선기술(LNG FPSO)(정호현), 750킬로와트급 풍력발전시스템(김두훈), 초정밀 LCD 측정장비(박희재, 안우정, 이일환), 부르즈 칼리파(김경준, 이승훈), 인천국제공항(이상준, 이창남, 전봉수), 새만금방조제(이정열, 김영진, 하재완), 인천대교(김화수, 양종호), 청계천 복원(석재덕, 손문영, 강정률), 막이용정수처리공법(이익신, 이규성, 허형우), TFT LCD용 편광필름(유정수, 장석기, 황인석), 리튬이온 2차전지(김명환, 신영준, 이한호), 피부노화 개선 화장품(김덕희, 염명훈, 이옥섭), 윤활유(김경록, 박삼룡, 오승훈), 태양전지용 폴리실리콘(최재열), 폴리올레핀(김교현, 이성훈, 정범식), 철강(용선: Iron Melt)(강창오), 철강 박물판재(강태욱), 한국형 신형 경수로 APR1400(이종훈, 최영상).



1 모택동시대

2 개혁과 개방

3 군민겸용정책

4 자동차와 컴퓨터

5 중국의 기업



제 8 장

중국의 근대과학



중국의 근대과학



1. 모택동시대

1900년, 중국인들은 중국이 몰락하는 것을 지켜보면서 당시의 청 왕조를 불신하기 시작했다. 특히 해외에서 유학하는 동안 서양의 문물을 접하게 된 중국의 젊은이들은 청 왕조가 무너져야 한다고 생각했다. 손문(孫文)도 이러한 사람들 가운데 한 명이었다. 그는 해외에서 전면적인 개혁을 추구하는 모임을 결성했다. 1911년, 몇 개의 성들이 독립을 선포함으로써 청 왕조는 서서히 막을 내리기 시작했다. 이런 와중에서 손문은 중화민국의 총통으로 당선되었다. 그러나 당시 강력한 권력을 쥐고 있던 원세개(袁世凱)가 손문을 사임시키고 자신이 임시총통에 취임하여 정식으로 중국이 수립되었다. 1925년 손문은 사망하고 그의 국민당은 장개석(蔣介石)이 맡았다.

1926년, 장개석은 중국공산당과 연합하여 청 왕조와 결별한 강력한 군벌들을 격퇴했다. 그다음은 공산주의자들을 공격하여 상하이에서 이들을 몰아냈다. 장개석은 공산주의자들을 완전히 궤멸하지는 못했지만 모택동(毛澤東)의 공산당 부대에 큰 압박을 가하여 중국 북서쪽까지 밀어냈다. 이후 침략군 일본을 맞이하여 양측은 한시적인 연합전선을 구축했다. 일본과의 전쟁 후 모택동이 차지한 북부

지역을 국민당에 넘겨주려 하지 않자 양측 간에는 격렬한 내전이 시작되었다. 내전에서 공산당은 국민당을 중국 본토에서 몰아냈고 장개석은 타이완 섬으로 피신을 했다.

서양의 과학을 배우자는 개화기 동아시아인들의 조급함이, 과학적 방법으로 인간사회의 발전 단계를 밝혀냈다는 ‘발전 사관’과 눈부신 과학이 약속하는 ‘이상향’의 꿈이 결합한 ‘마르크스주의’에 마음이 기울어지게 했다. 그러나 이들은 생산력이 낙후된 상태에서 전근대적인 반봉건체제를 타파하기 위하여 ‘공산주의’에 기울어진 것이므로, 마르크스가 주장한 생산력이 고도로 발전한 자본주의 단계에서, 생산 관계의 모순이 첨예화해 나타난다는 혁명과는 성격이 달랐다.

이러한 괴리는 ‘사회주의 인민공화국 중국’에서 두 가지 노선의 투쟁으로 나타났다. 중국사회의 근대화를 위하여 낙후된 생산력을 먼저 증대해야 한다는 실용파와, 공산주의의 기본 목표인 소유와 분배체제 즉 생산 관계의 정비를 중시해야 한다는 혁명과 간의 노선투쟁이 그것이다. 이러한 두 노선의 대립과 갈등은 중국사회의 발전정책, 즉 개방정책 전반에 걸쳐 나타났고 과학기술정책도 예외가 아니었다.

1949년은 중국혁명을 감당해온 ‘민족통일전선’을 기반으로 ‘중화인민공화국’이 탄생된 시기이며, 1950년은 한국전쟁으로 인한 ‘항미원조(抗美援朝)’ 및 ‘반혁명진압운동’의 시기이다. 이 시기는 급격한 ‘농업집단화’ 기간이었다. 중화인민공화국의 경제는 중공업중심으로 구소련의 원조로 수행되었고, 국영경제를 지도적 요소로 삼아 경제부흥을 꾀했다. 중국과학원(中國科學院)이 설립되고



연구직에 종사하는 과학 기술자의 절대량 부족의 해소, 파벌화된 연구기관의 정비 및 확충 등을 했으며 광범위한 ‘사상 개조운동’과 ‘인간 개조운동’을 통하여 통제의 확립과 진취적인 공업화계획에 착수했다. 이 동안에 근대적 공업플랜트를 소련으로부터 제공받을 수 있었는데 이 플랜트는 제철·제강 공장, 발전소에 필요한 ‘기간산업 시설’과 트랙터 등의 ‘기계제조 시설’이었다. 또 구소련에서 유입된 과학기술인력에 의한 과학기술발전을 위한 체제정비 기간이었다.

중국공산당은 1956년까지 중국을 사회주의 국가체제로 개조했는데, 이 과정에서 나타난 모순을 처리하고 사회주의건설을 위하여 ‘대약진운동(大躍進運動)’을 전개했다. 1957년 8월 소련의 ICBM 실험 성공과 같은 해 10월의 인공위성 스푸트니크 1호 발사 성공을 배경으로 11월에 ‘중소신군사협정’이 체결되었다. 그러나 1959년부터 모택동의 ‘사회주의사회에서의 계급투쟁’이라는 독자노선으로 ‘중소분쟁’을 겪었다. 즉 중소신군사협정이 2년 만에 폐기되고 과학기술 원조가 중단되었다. 이때부터 모택동을 중심으로 한 ‘자력갱생(自力更生)’ 노선이 강화되었고 전 중국이 ‘인민공사화운동’에 빠져들었다. 대학의 교육도 현장실습교육 위주로 ‘반공반학(半功半學)체제’가 생겼다. 모택동은 농업을 재정비해 공동 농장을 만들고 이곳에 노동력과 자원을 집약시켰다.

이후 이 과정에서 생겨난 모순을 해결하기 위하여 실용파는 전문가와 과학 기술자의 역할을 증대시키고, 외국과의 무역을 늘리며, 경제 부문의 농업, 경공업, 중공업 순으로 우선순위를 부여하여 생산력 발전에 힘썼다. 1964년에는 제1회 원폭실험이 성공했고 1966년에는 3회에 걸친 핵폭발 실험에 성공했다.

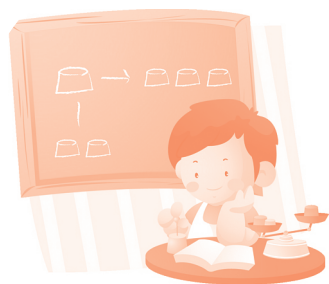
모택동이 주도한 대약진운동이 실패하고 그 조정기에 유소기(劉少奇)등이 부상하자 모택동은 이들을 수정주의자 주자파(走資派)로 지목하고 군중을 동원하여 숙

청을 전개했다. 임표(林彪)와 강청(江青)을 중심으로 한 4인방은 모택동의 신임을 이용하여 1966년 8월 북경의 천안문(天安門)광장에 백만인 집회를 열었고, 이곳에 모인 홍위병들은 전국으로 파견돼 낡은 문화를 일소한다는 명목하에 대대적인 시위를 했다. ‘문화대혁명(文化大革命)’이라는 이 무질서한 혼돈의 시대에 학교 교육, 과학연구, 생산의 3자를 결합시킨 새로운 체제가 갖춰지고, 대학은 폐쇄되었으며 학원 내에 중소 공장이 설치되어 ‘교영공장(教營工場)’의 운영을 통하여 ‘학습과 응용’을 결부시켰다. 이렇게 하여 전국 67개 대학 및 전문학원은 총 2,825개소의 공장, 인민공사와 제휴했다.

1976년 1월, 주은래(周恩來)가 사망하고 9월에는 모택동도 사망했다. 1977년 덩소평(鄧小平)이 부활하여 중국에 자본주의를 도입하기 시작했다. “마르크스와 엥겔스는 지난 세기의 사람들이다. 대단한 사람들이었지만 그들이 오늘날 우리의 모든 문제를 풀어줄 수는 없다. 중국은 나름대로 경제개발을 이룩해야 한다. 문을 닫고서 국경만 지킬 수는 없다. 바깥세상을 향해 문을 열어야 한다.” 1978년 말 덩소평은 주은래가 제창했던 농업, 공업, 국방 및 과학기술의 ‘4대 근대화’ 경제개혁에 착수했다. 경제개발정책으로 금세기 안에 4대 근대화를 실현하고, 공업 총생산을 20년 동안 네 배로 늘린다는 목표를 세웠다. 이 계획을 위하여 중국은 기초과학에 막대한 비용을 들였다. 100군데가 넘는 전문 과학기관이 세워졌으며 수만 명의 학생이 정부의 지원을 받아 서구의 일류대학으로 유학을 떠났다.

2. 개혁과 개방

1978년, 안휘(安徽) 성 서기인 만리(萬里)는 사적으로 농사를 지을 수 있는 자투리 땅의 규모를 예전의 5퍼센트에서 15~20퍼센트로 늘려주고 농가들이 다른 추가



사업을 하라고 격려했다. 1979년에는 조자양(趙紫陽)이
쓰촨(四川) 성에서 같은 길을 따랐다. 이렇게 자투리
땅과 자작농이 확대되면 될수록 농업 생산이 증
가했으므로 1980년 이후에는 이 정책이 전국에
급속도로 확산되었다. 그러자 이제는 자투리땅
을 넓히는 정책에서 땅 모두를 개별 농가에게 재
분배했다. 즉 ‘포건도호(包乾到戶)’라는 생산청부제로 노

동력과 가족 수에 따라 땅이 농가에 분배되었고 농지의 비옥도
에 따라 생산을 청부했다. 농가에서는 식량을 정부에 팔아넘기고 조세의 의무를
다하면, 자유로운 생산 및 판매가 가능했으며, 공동 작업을 하더라도 농민에게
큰 자영권이 주어졌다. 또 1979년 당 중앙은 인민공사가 국가에 팔아야 하는 곡
물 가격을 20퍼센트 인상했고, 자발적으로 팔 수 있는 곡물 가격은 50퍼센트 인
상했다. 이와 동시에 국가가 인민공사에 판매하는 농기계, 비료, 농약, 기타 품목
들의 가격은 10~15퍼센트 인하했다.

다각경영이 인정되어 농촌에 자유시장이 섰다. 그리고 농가의 부업으로서 전
에는 금지되던 상업과 운수업, 여관업, 창고업, 그리고 여러 가지의 서비스업까
지도 인정받게 되었다. 개인 경영을 인정했기 때문에 법적으로 재산상속이 인정
되고, 이는 다시 개인의 능력 발휘를 조장하여 농촌에서 ‘만원호(萬元戶)’들이 증
가하고 신흥갑부들이 생겨났다.

등소평의 이러한 농업개혁이 농촌에 미친 영향은 놀랄 만했다. 1957년부터
1977년 사이 전 중국 인구의 일인당 ‘곡물생산량’이 연평균 0.2퍼센트 증가하는
데 그친 것에 비하여 1978년에서 1984년 사이에는 매년 3.8퍼센트씩 증가했으

며, ‘면화 생산량’은 무려 17.5퍼센트씩 증가했다. ‘육류 생산량’은 1.7퍼센트에서 9퍼센트씩 증가함으로써 농민들의 식생활 수준도 크게 개선되었다. 이제 밀가루는 그들의 주식이 되었다. ‘자주권 인정’이 농민에 대한 농산물 공급의 증가로 나타나, 식량의 자급이 가능해진 것이다. 노동자의 임금과 복지가 향상되고 병원과 주택 등 비생산적 축적의 비율이 높아졌으며 소비 경향이 현저하게 바뀌었다.

1984년 농산물의 상품화율이 50퍼센트를 초과하자 당국은 ‘통일매입·통일판매(식량의 국가통제)’에 변화를 꾀하여 농민에게 시장의 수요에 따라 생산하게 하고, 가격을 시장 원리에 따라 조절하도록 했다. 통일매입은 식량, 착유 원료, 면화에 한정하고 할당매입을 18종에서 9종으로 줄였다. 여기에는 농산물의 매입과 판매의 이중가격에 의한 재정 부담을 감소시키는 효과가 있었다. 농산물의 공급 증가는 농민의 현금 수입을 증가시켰다. 현금 수입의 증가는 국내시장을 확대시켰고, 1984년 사회구매력의 50퍼센트 이상을 농민이 차지하기에 이르렀으며, 덩달아 도시의 공업화와 농촌의 소공업화를 자극했다. 이러한 농업경제의 개혁은 자영농 육성과 농산물 가격 인상을 먼저 피하고, 중공업의 일방적인 발전을 억제하여 농업과 경공업에 대한 투자를 증가시켰으며, 생활필수품과 내구소비재의 생산을 늘렸다. 농촌에서는 보다 좋은 것에 대한 수요가 증가했고 자전거, 라디오, 시계 등의 보급률이 높아짐과 동시에 세탁기, 텔레비전이 보급되기 시작했다. 1988년까지 실질 국내 총생산(GDP) 신장률이 거의 매년 10퍼센트를 넘어섰다.

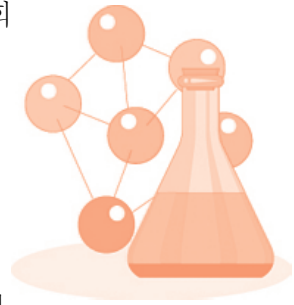
1980년, 외화 획득과 기술 도입을 위해 최초의 ‘특별경제구역(經濟特區; Special Economic Zone, SEZ)’이 홍콩 및 타이완에 인접한 해안도시인 선전(深圳), 주하이(珠海),

산터우(山頭), 샤먼(廈門)에 설립되었다. 이로써 등소평은 중국 노동자들이 외국 투자자들을 위해 일하게 했으며 중국의 화교들에게 직접투자를 호소했다. 이러한 ‘경제특구(經濟特區)’는 중국의 경제개발을 금세 자극했고, 서방 자본주의의 많은 혜택을 가져왔다. 이에 따라 1984년 동부 해안을 따라 다롄, 톈진, 상하이, 광저우를 중점 지구로 하고 그 밖에 10개의 연안도시와 하이난(海南) 섬 전체를 ‘경제특구(經濟特區)’로 추가했다.

등소평의 개혁개방이 시작되면서 국가과학기술위원회, 중국과학원, 중국과학기술협회 등이 재결성되었고 과학기술과 교육으로 국가를 발전시키자는 ‘과교흥국(科教興國)’의 기틀이 마련되었다. 1986년부터는 하이테크산업발전에 관한 계획(863계획)을 실행하게 되었다. 이 계획은 15년 동안 1만 명 이상의 과학 연구진을 투입하여 생체공학, 우주항공, 정밀전자, 정보기술, 레이저, 로봇 및 공장자동화, 에너지, 신소재 등에 연구개발 투자를 장려하는 계획이었다. 과학기술을 제도적으로 보장하기 위한 수단으로 ‘고기술산업 개발구(高技術產業開發區)’를 27개 시에 설정하고 ‘경제특구(經濟特區)’의 일부를 ‘첨단산업 개발구’로 지정했다. 그 중에서도 상하이 포동지구(浦東地區)를 아시아 최대의 실리콘밸리로 육성했다. 과학기술활동의 생산성을 높이기 위해 각 연구기관들도 공개 경쟁을 통해 계약책임경영제를 도입하고 연구원에게도 능력에 따른 임금, 인센티브 및 복지 수준을 적용했다.

1978년 개혁 개방이 시작된 후 10년 만인 1988년까지 농민들의 1인당 평균 실질소득은 무려 3.1배로 늘어났으며 도시 주민들도 1.8배 이상으로 늘어났다. 소득의 증가는 가전제품의 유효수요를 이끌어내는 데 견실한 기초를 제공했다. 도시 주민들 사이의 소득격차가 비교적 적었으므로 평균 소득수준이 컬러TV 등 가

전제품을 구입할 수 있을 정도의 수준 이상이 되면 사회적으로 구매 수요가 단기간에 폭발적으로 늘어난다. 또 대외개방이 빠르게 확산되면서 선진국들의 소비문화가 급속히 중국 퍼센트에 침투하여 가전제품에 대한 국민들의 수요를 크게 자극했다. 그러나 그동안 지방분권화와 기업의 생산자주권 확대의 결과



컬러TV의 생산이 크게 늘어난 데다 1989년 천안문 사태로 컬러TV도 공급 과잉되었다. 그러자 기업들도 시장 확보를 위해 치열한 가격인하 경쟁에 돌입할 수밖에 없었다. 현재 중국 가전업계의 거인으로 성장한 하이얼(海爾; Haier), 창홍(長虹) 전기, 칸자(康佳; Konka) 등은 모두 1990년대 초에 ‘거액의 광고비 지출-제품브랜드 이미지 제고-판매량 대폭 증가-이윤 대폭 증가-거액의 광고비 지출’과 같은 선순환 과정을 거쳐 성장한 것이다.

냉장고산업은 1980년대 말에 이른바 중복 투자와 중복 도입을 했다는 비난을 가장 많이 들어온 분야인 동시에 기업 간의 시장경쟁이 가장 치열한 분야이기도 했다. 급격하게 늘어난 기업들의 냉장고 생산 능력은 결국 치열한 시장경쟁을 불러왔으며 또 이러한 경쟁이야말로 기업들로 하여금 제품의 가격을 인하하고 품질과 서비스를 개선하여 냉장고산업이 중국에서 경쟁력이 가장 강한 산업의 하나로 성장하는 데 결정적인 역할을 했다.

1989년 4월 15일, 호요방(胡耀邦)이 사망하자 그의 명예회복을 요구하는 대학생들의 집회가 시작되면서 전국 각지에서 민주화 요구 시위가 일어났다. ‘천안문(天安門)’ 사태였다. 이 사태로 중국은 사회적·정치적 혼란을 겪었다. 그러자 덩소평은 1992년 중국 남방의 우창(武昌), 선전(深圳), 주하이(珠海), 상하이(上海) 등지를 시

찰하면서 연설과 문제에 답했다. 중국의 개혁개방은 이 ‘남순강화(南巡講話)’ 이후 새로운 단계에 들어섰다. 특히 각 혁신주체들은 보유 과학기술 자원에 비용과 마케팅의 개념을 도입하면서, 기술상업화를 통한 ‘과교홍국’을 구체화해나갔다. 중국의 국민총생산은 1989년 8.4퍼센트, 1990년과 1991년에 10.5퍼센트 성장했으며, 1992년에는 12.5퍼센트, 1993년에는 거의 13.8퍼센트에 육박했다. 이제 중국은 세계에서 가장 성장 잠재력이 큰 나라로 꼽힌다.

농업 분야에서 얻은 중요한 성과는 ‘의식 부족(衣食不足)의 해결’이다. 1998년에는 ‘식량 생산’이 5억 1,230만 톤으로 과거 최고치였던 1996년의 5억 454만 톤을 넘어섰으며, ‘면화’는 450만 1,000톤으로 급증했고, ‘설탕’ 826만 톤, ‘차 종류’ 66만 5,000톤, ‘돼지’ 4억 2,256만 마리 등을 생산했다. ‘옥수수’는 동북 지방의 풍작과 운반 수단의 부족으로 저장할 수 없을 정도의 공급 과잉이 일어나 식품가공 공장과 사료 공장을 건설하자는 소리가 나왔으며, ‘면화’도 저급품의 생산지에서는 거래가 늦어져서 야적한 채로 변질되기도 했다. 이런 성과로 식량의 1인당 보유량은 쌀(粳)·보리가 265킬로그램, 면화가 6킬로그램에 이르는 등 의식에 필요량이 충족되었다.

3. 군민겸용정책

중국은 모택동 시절에 우수 인력을 총동원하여 핵, 미사일, 인공위성, 유인우주선 등의 기술을 확보했다. 그런데 1978년 덩소평은 이들 국방산업체의 인력 절반을 민수용품 생산에 돌릴 것을 요구했다. 군수산업체가 최고의 과학기술을 보유하고 있었기 때문에 ‘군민겸용정책’을 편 것이다. 이에 따라 6차(1981~1985년)와 7차 5개년계획(1986~1990년) 기간에 40억 위안을 투자하여 475개의 새로운 생

산라인을 건설했고, 8차 5개년계획
(1991~1995년) 때는 100억 위안을 투
자했다. 중국 최대 오토바이 생산
업체인 충칭(重慶)의 자링모터, 연
간 100만 대의 소형차를 생산하는
충칭의 창안 자동차, 세계 최대의 텔레비



전 생산라인을 갖춘 쓰촨(四川)의 창홍(长虹) 컬러텔레비전 등
은 ‘군민겸용정책’의 결실이다. 그 결과 군수업체의 민수품 생산 비율은 1979년
에 8퍼센트이던 것이 가파른 성장세를 보이며 2003년 65퍼센트가 되었다.

등소평은 ‘군민겸용정책’을 펴면서 군수산업체의 기밀기술을 단계적으로 해
금했다. 1988년 처음으로 210개 항목의 국방전문 기술이 기밀 해제되었다. 이
듬해에는 2,336개 항목이 풀렸다. 8년 뒤인 1997년에 다시 742개 항목이 추가
로 공개되어 화공, 기계, 전자, 통신 등 모두 3,288개의 기술 항목이 해금되었
다. 기밀 해제된 기술 가운데는 미사일 코팅기술에서 발전해 나온 ‘내열코팅기
술’, 미사일과 인공위성 등에 이용되는 ‘원격통제관련기술’, ‘광학기술’ 등이 포
함되었다.

중국은 러시아의 도움을 받아 완성한 중거리 탄도 미사일(IRBM) CSS-2를 개
량해 우주발사체인 CZ(창정)-1을 개발했고, 1970년 4월에 위성을 발사했다. 이
후 대륙간탄도미사일(ICBM)인 FB-1을 개량한 CZ-2C를 개발하여 1975년에 선
저우 5호 업적의 기틀이 되는 회수용 위성 발사에 성공한다. 이를 바탕으로 중
국은 1970년 중반부터 정지궤도 발사용 로켓 개발을 시작했다. 그래서 나온 것
이 CZ-3이다. CZ-3은 CZ-2C에 고성능 3단 로켓을 부가한 것이다. 또한 중

국의 CZ-3은 미국과 러시아에 이어 세계에서 세 번째로, 액체수소와 액체산소로 재 점화가 가능한 첨단 액체엔진을 사용한다. 1984년 4월 CZ-3을 통해 정지실험통신위성인 동방홍 2호 발사에 성공하자 1985년부터 중국은 상업용 위성 발사시장에 도전장을 내민다. 1990년에는 CZ-2에 네 개의 액체추진제 로켓을 보조로 붙인 CZ-2E를 개발했는데, 성능이 러시아의 프로톤이나 미국의 타이탄, 유럽의 아리안 로켓에 필적할 만한 것이었다. CZ-2F는 CZ-2E에 신뢰성이 높은 시스템을 채용하고, 유인 우주선을 저장하도록 상단 부분을 개량해 비상탈출용 로켓을 부가한 형태이다. CZ-2F는 유인 우주선 발사용답게 100퍼센트의 발사 성공률을 보이고 있다. 2004년 현재 중국은 유럽의 아리안 5호에 버금가는 차세대 발사체인 CZ-NGLV(New Generation Launch Vehicle)을 설계하고 있다. 액체수소와 액체산소를 사용하는 주엔진, 케로신과 액체산소를 사용하는 보조로켓으로 구성되는 이 발사체는 2008년 베이징 올림픽 이전 에 발사되었다.

2006년 9월 9일, 중국 간쑤성(甘肅省) 주취안(酒泉) 위성발사센터는 스젠(實踐) 8호라는 과학위성을 발사했다. 스젠 8호에는 벼, 보리, 밀, 옥수수, 면화, 채소 등 곡물 종자와 몇 종의 미생물이 실려 있었다. 우주복사, 약한 중력과 자기장 등 우주 환경에 노출된 뒤 지구로 귀환한 이 씨앗들은 절반 정도가 발아과정에서 변이를 일으키는 것으로 알려졌다. 스젠 8호는 우주공간에서 종자 변이 실험만을 위해 쏘아올린 세계 최초의 위성이다. 우주육종이라 불리는 이 분야에서 중국은 단연 선진국이다. 1987년부터 중국은 회수식 인공위성을 발사할 때마다 씨앗들을 함께 태워 보냈으며 지금까지 열세 차례에 걸쳐 70여 종의 작물을 우주 공간에 보냈다가 거둬들였다. 중국 농업부는 몇 년 동안 연속재배를 거쳐 품종 변이를 확

인한 뒤 이를 우주종자로 확정한다. 지금까지 우주종자는 모두 10종이 탄생했으며 이 가운데 벼가 6종을 차지하고 있다. 우주육종은 인위적인 외부 충격으로 유전자 변이를 일으키는 게 아니라 우주환경을 이용하는 유전자 변이 유도기술로 염색체가 스스로 변이를 일으키기 때문에 방사성이나 유해물질 문제가 없다. 우주육종이 가능한 것은 수백 년 또는 수천 년 걸릴 수 있는 종자의 자연 변이를 우주환경이 가속화하기 때문이다.

2004년, 칭화대 원자력연구원은 세계 최초로 고온 가스로를 제작해 국제원자력기구(IAEA)의 전문가들 앞에서 실험로 온도를 높인 뒤 냉각용 제어봉을 뽑아버리는 안전성 시험에 성공했다. 고온 가스로는 원자로의 온도가 높아진 상태에서 가동이 중단되더라도 체르노빌이나 드리마일처럼 폭발사고를 일으키지 않고 스스로 식도록 설계된 피동형 원자로이다. 냉각제가 없음에도 고온 가스로는 폭발하는 대신 서서히 식은 뒤 스스로 멈춰 높은 안전성을 갖추었음을 증명했다. 지금까지 경수로나 흑연 감속로는 대량의 냉각수가 필요해 주로 바닷가나 큰 강가에 세웠으나 고온 가스로는 내륙지방에도 세울 수 있다는 게 장점이다.

청두(成都)와 쿤밍(昆明)은 저지대에서부터 해발 6,000~7,000미터에 이르는 고산지대까지 다양한 생태환경을 고루 갖추고 있어 중의약 재료도 풍부하다. 청두는 중의약에서 쓰이는 약재의 70퍼센트 이상을 자체 공급할 수 있는 지역으로 꼽힌다. 이 때문에 청두 시 외곽 우콰이스(五塊石)에는 중국 최대의 약재시장이 있다. 경동시장의 30배 규모이다. 윈난성(云南省) 쿤밍은 생태환경이 더욱 풍부하다. 윈난에는 세계 식물 30만 여종 가운데 1만 5,000여 종이 서식하고 있다. 중국과 학원 쿤밍 식물연구소는 한 해에 2,000여 종에 이르는 천연화합물질을 추출해내고 있어, 이 분야 세계 최대로 꼽힌다.

4. 자동차와 컴퓨터

1953년 ‘제1기차(第一汽車)’의 착공을 시작으로 중국에서 자동차산업이 시작되었다. 그 이래 자동차의 생산기술은 1950년대 구소련으로부터 이전된 수준을 넘지 않아 1983년까지도 중국의 자동차 생산 규모는 연간 24만 대였다. 자동차산업의 혁신은 1985년에 ‘폭스바겐(Volkswagen)’이 상해에 합병 공장을 설립하고 승용차 ‘산타나’의 생산을 개시한 때부터 시작되었다. 정부는 수입 제한과 높은 관세에 의하여 국내의 승용차산업을 촉진하는 한편 부품의 국산화율의 향상을 촉진했다. 그리고 승용차와 부품의 국산화를 통하여 중국의 자동차산업은 세계와의 기술 격차를 서서히 축소해나갔다. 그렇지만 과도한 보호로 승용차의 수요가 늘지 않아 1993년부터는 자동차산업이 정체되어버렸다. 이후 중국이 세계무역기구(WTO)에 가맹 교섭을 진행하면서 중국정부는 보호정책을 완화했다. 2001년 말 정식 가맹이 되자 보호의 축소와 생산자 간의 경쟁에 의하여 자동차의 가격이 떨어질 때를 점치던 소비자가 일제히 자동차를 사기 시작했다. 이제 중국에는 ‘폭스바겐’, ‘GM(General Motors)’, ‘혼다(本田)’, ‘닛산(日産)’, ‘포드(Ford)’, ‘도요타(豊田)’, ‘현대(現代)’, ‘시트로엥(Citroen)’ 등 세계의 유력 생산자들이 모두 공장을 지었다. 승용차 생산의 2/3는 이들 외자계의 생산자가 차지하고 있으나 ‘치루이 자동차(奇瑞汽車)’ 등 민족계 승용차 생산자의 따라잡기(Catch-Up)가 시장을 압도하고 있다. 2004년 이래 중국정부는 민족계 생산자의 개발력 강화에 계속 힘을 쏟고 있다. 중국은 세계를 상대로 공업제품을 공급하고 있으며 자동차나 컴퓨터까지 생산하고 있다. 중국 대기업들은 수출과 해외투자를 통해 급속히 세계시장으로 브랜드 영향력을 확대해나가고 있다.

지금 전 세계 개인용 컴퓨터(PC)의 60퍼센트 이상을 중국에서 만들고 있다. 후

대전화나 TV는 40퍼센트이다. 중국이 강한 것은 전자제품만이 아니다. 1991년에는 연산 100만 대에 미치지 못하여 세계 14위였던 자동차 생산 대수는 2006년에는 730만 대로 독일을 따돌리고 미국, 일본에 이어 세계 3위로 올라섰



다. 또 중국은 1996년에 1억 톤의 조강을 생산하여 일본을 제치고 처음으로 세계 1위를 한 이래 생산량이 정체된 선진국을 크게 따돌리면서 2006년에는 4억 2,000만 톤을 생산하여 전 세계 생산의 1/3을 차지했다. 물론 의복이나 섬유, 가방이나 구두 등의 경공업 제품에서도 중국은 세계 최대의 생산국으로서 세계 최대의 수출국인 것은 말할 필요도 없다. 여러 분야에서 세계 제1의 생산력을 자랑하는 중국의 공업 생산은 일본의 60퍼센트, 미국의 30퍼센트 정도로 알려져 있으나 중국의 물가가 싼 점을 감안한 구매력 평가로 환산하면 중국의 공업 생산액은 이미 일본의 세 배이고 미국보다 40퍼센트나 더 크다.

5. 중국의 기업

수직분열이 컴퓨터산업에서 진전되고 반도체산업에서도 수직통합 일색이었던 상황이 수직분열의 방향으로 변화하고 다른 디지털기기에서도 같은 현상이 일어나고 있다. 중국에서는 수직분열이 컴퓨터나 반도체나 디지털 기기에 한하지 않고 텔레비전, 냉장고나 에어컨 등의 백색가전, 휴대전화기, 결국은 자동차에까지 미치고 있다. 중국에서 수직분열은 단순히 세계적인 조류의 영향을 받아 생긴 것이 아니다. 실은 중국의 전통적인 계획경제체제 속에서도 그의 뿌리가 있다. 1970년대까지 형성된 구체제와 1990년대 이후의 세계의 조류가 놀라울 정도로

일치하고 또한 최종 제품을 하루빨리 시장에 투입하여 따라잡으려는 중국 기업의 지향과도 매치되기에 중국에서는 수직분열이 다른 나라에서 예를 볼 수 없을 정도로 진전되고 있다. 그러나 동시에 수직분열에 따라 발생할 수밖에 없는 제품의 동질화도 현저하여 따라잡기에 성공한 중국 기업이 똑같이 이 문제에 골치를 썩고 있다. 이제 중국의 수직분열적인 제조업은 중국 제품의 수출이나 중국 기업의 해외 진출을 통하여 동남아시아, 남아시아, 중동, 남미, 아프리카 등에 영향을 미치고 있다.

가장 뒤늦게 가전산업에 뛰어든 중국 기업은 양질의 저렴한 노동력과 조립 생산 노하우 등 생산 역량을 통해 저가 백색 및 A/V가전에서 빠르게 시장 점유율을 늘렸다. 특히 모듈 생산 방식을 활용한 조립 생산의 경쟁력 확보에 힘을 기울이고 있다. 조립과정을 단순화해 부품의 세밀한 조정 부담을 절감하면서 일정한 품질을 유지하는 것이다. 실제로 하이얼의 경우 백색가전의 규격화를 주도하는 전략을 펼쳤다. 중국 및 글로벌 납품 기업과의 전략적 제휴 관계를 강화하면서, 가전제품을 PC와 같은 글로벌 규격화 상품으로 변신시켰다. 이를 통해 하이얼은 세계 2위의 백색가전 기업으로 부상했다.

다음은 2006년 현재 중국의 이름 있는 기업들이다.

(1) 거란스(格蘭仕: 광저우 포산, 가전제품), (2) 캉지아(康佳: 선전, TV 휴대전화기 등), (3) 거리(格力: 주하이, 에어컨), (4) 동난 자동차(東南汽車: 푸젠 성 푸저우, 자동차), (5) 동펄 자동차(東風汽車公司: 무한, 자동차), (6) 렐상(聯想: 미국 뉴욕, 컴퓨터), (7) 렐통(連通: 북경, 전화통신), (8) 말라타(萬利達: 푸젠성 샤먼, 전자기기), (9) 메이디(美的: 광둥성 푸산, 가전제품), (10) 베이다광젠(北大方正: 베이징, PC), (11) 베이치후디엔(北汽福田: 베이징, 트럭), (12) 보다오(波導: 닝보, 휴대전화기), (13) 부부가오(步步高: 광둥성 둥관, 어학복습기), (14) 샤신(夏新: 샤먼, 전자부품), (15)

센양항티엔산링(瀋陽航天三菱; 센양, 자동차 엔진), (16) 스통(四通; 베이징, 중국 워드프로세서),
 (17) 숭마오 전자(熊貓電子; 난징, 전자산업), (18) 신커(新科; 장쑤성 상주, 가전), (19) 아이도(愛多; 광저우, 가전), (20) 아오커스(奧克斯; 닝보, 에어컨 휴대전화기), (21) 왕통(網通; 베이징, 고정전화통신), (22) 이치(一汽; 창춘, 고급승용차), (23) 창펑 자동차(長豐汽車; 후난성 창사, 사륜구동자동차), (24) 차이홍 전자(彩虹電子; 산시성 센양, 갈라브라운관), (25) 창홍 전기(長虹電器; 쓰촨성 멘양, 종합가전), (26) 창청지쓰안지(長城計算器; 베이징, PC 자기헤드), (27) 춘란(春蘭; 장쑤성 타이저우, 에어컨 오토바이), (28) 충구 전신(中國電信; 베이징, 고정전화통신), (29) 충구 이동(中國移動; 베이징, 통신사업), (30) 칭화동광(清華同方; 베이징, PC 반도체), (31) 창웨이(創維; 선전, 전자제품), (32) 중싱(中興; 선전, 전화교환기 통신네트워크), (33) 치루이 자동차(奇瑞汽車; 안후이성 우후, 승용차), (34) 하이신(海信; 칭다오, 종합가전), (35) 하이얼(海爾; 칭다오, 종합가전), (36) 화루 손샤(華錄 松下; 다롄, 전자부품), (37) 화웨이(華爲; 선전, 전화교환기 이동통신설비), (38) 화첸진베이(華晨金杯; 선양, 승용차), (39) TCL(광둥성 후이저우, 가전 휴대전화기), (40) UT Starcom(미국 캘리포니아, 통신네트워크).



1 동아시아의 전통사회

2 한의학

3 서양과학의 이식



결론

전통과학에서
근대과학으로



전통과학에서 근대과학으로



1. 동아시아의 전통사회

근대에 이르기까지 동아시아 문화를 대변했던 중국은 20세기 중반까지도 맬더스적(Malthusian) 경제가 계속되었다. 이는 1400년에 500달러였던 중국의 1인당 실질소득이 400여 년이 지난 1820년에도 동일한 500달러였으며, 1950년에는 430달러로서 중세보다도 오히려 더 낮아진 것을 보아도 잘 알 수 있다. 하지만 동아시아에서 근세 이전에 경제 발전이 전혀 이루어지지 않은 것은 아니다. 1500년대 이후부터 영농 방법의 개량, 신작물 도입 및 벼농사 보급의 확대로 동아시아 경제는 성장했으나 경제성장의 속도가 빠르지 못하여 생활수준의 향상으로는 이어지지 않았다. 다시 말하면 중국의 인구는 1400년에서 1950년 사이에 7,400만 명에서 5억 5,000만 명으로 7.4배 증가함으로써 경제성장이 인구 증가를 감당하는 데 그쳤다. 한편, 같은 550년 동안 서구의 인구는 9.6배 증가했으면서도 동시에 1인당 실질소득은 430달러에서 4,902달러로 무려 11.4배나 증가했다. 다시 말하면 서유럽의 경제가 전체 규모로 100.9배 성장한 것이다. 이렇게 인구증가보다 10배나 빠른 속도로 경제가 성장함으로써 서유럽은 맬더스적 생존 경제의 악순환에서 벗어났다.

유럽이 급격하게 진보한 것은 르네상스 후기 과학혁명이 일어난 이후부터이다. 그 전의 서유럽은 중국과 동아시아의 전통과학(발견과 발명)에 큰 영향을 받아왔다. 1605년, 프랜시스 베이컨(Francis Bacon)은 화약과 나침반, 인쇄술이 유럽 근대 질서의 기초라고 말한 바 있는데 이것들은 모두 중국에서 발명된 것들이다. 또한 기계적 태엽장치, 철의 주물, 등자 쇠와 효율적인 마구, 카르단 샤프트(Cardan Shaft), 파스칼의 삼각형, 활꼴의 아치교, 운하의 수문 제작, 선미재인 방향타, 범선 항해, 계량적인 지도 제작법 등도 중국에서 발명되어 유럽에 큰 영향을 미친 기술이었다. 중국인은 유럽보다 1,500년이나 앞서 용광로에서 철을 제련했다. 그들은 또 도자기와 황동(銅)을 만드는 법도 알았다. 기원전 100년경에는 자석이 항상 북쪽을 가리킨다는 사실을 발견함으로써 나침반의 첫발을 내디뎠다. 9세기에는 종이 위에 활자를 인쇄했고 화약도 비슷한 무렵에 발명되었다. 11세기에는 전쟁에서 초보적인 로켓이 사용되었다. 14세기에 중국은 모든 분야에서 거의 산업화 단계에 이르러 있었다. 그렇지만 근세 중국은 세계에서 가장 앞서가는 강대국이 되지 못했다. 유교적 가치관에 얽매어 유럽의 과학과 문화를 우습게 여겼고, 이들의 경제, 사회적 성장을 과소평가했다.

차, 비단, 도자기는 중국의 전통적인 3대 수출품이었다. 이를 바탕으로 중국은 오랫동안 세계시장에서 무역흑자를 거두었다. 화폐(元)는 서유럽에서 중국으로 계속 빨려들어 갔고, 실물(차, 비단, 도자기)은 중국에서 서유럽으로 계속 흘러들어 갔다. ‘은의 블랙홀’이었다. 정상적인 상품으로는 적자를 만회할 방법이 없었던 영국은 아편을 뿌려댔 수밖





에 없었다. 이렇게 청나라는 자국이 세계무역의 중심이기에 서유럽을 무시했던 것이고, 조선은 청나라를 확실히 붙잡고 있었기에 굳이 서유럽에 눈을 돌릴 필요가 없었다. 그러나 일본은 청나라와의 관계가 소원했기 때문에 비교적 일찌감치 서유럽으로 눈을 돌렸다.

유럽은 이후 소위 과학의 시대로 진입했다. 특히 귀족이나 부유층이 과학에 큰 관심을 보였다. 코페르니쿠스(Nicolaus Copernicus)에서 시작하여 브라헤(Tycho Brahe), 케플러(Johannes Kepler), 갈릴레오(Galileo Galilei), 데카르트(René Descartes), 라이프니츠(Gottfried W. Leibniz), 하비(William Harvey), 보일(Robert Boyle), 뉴턴(Isaac Newton) 등 수많은 과학자들이 등장하여 천문학, 수학, 물리학, 해부학, 생리학 등이 급격하게 발전했다. 라부아지에(Antoine L. Lavoisier), 프리스틀리(Joseph Priestley)에 의한 화학도 이에 동참했다. 이 중에서도 뉴턴은 자연세계와 우주가 하나의 수학적 원리에 의해 움직인다고 하며 유럽의 자연과학을 새로운 단계로 진전시켰다. 과학이 실험에 응용됨으로써 가속적이고 지속적인 기술 혁신을 낳았고 이로 인해 산업혁명이 가능해졌다. 근대과학은 유럽이 세계 지배를 달성하는 데 근본적인 요인이 되었다.

과거 영국은 귀족과 왕권의 대립, 그리고 상공인과 왕당파의 대결로 술한 반란과 혁명이 점철되는 긴 세월을 거쳐 중산층 문화의 정착과 제도의 정비로 시장경제의 기초를 마련하고 산업혁명에 이르는 데 600여 년을 보냈다. 미국은 영국 이민자들이 세운 나라라는 의미에서 영국 근대화의 연장으로 볼 수 있으며 프랑스, 독일, 네덜란드 등 서유럽은 전통적으로 개방된 사회로서 지리상의 발견과 이후

의 원양무역으로 아시아, 아메리카 대륙, 아프리카 대륙 등 해외에 대한 정보가 풍부했으므로 선진 영국과의 격차를 메우는 작업도 비교적 수월했다. 산업혁명이 풀어놓은 거대한 생산력은 국제질서에도 직접적인 영향을 미쳐 산업화를 먼저 달성한 몇몇 나라들이 국제정치를 좌우하게 되었다. 기계와 동력을 이용해서 만들어내는 거대한 생산력이 모든 것을 결정했다. 그리하여 산업혁명을 먼저 경험한 국가들과 그렇지 않은 나라들 사이에 명확한 경계선이 그어졌다. 중국은 아편전쟁에서 패한 이후 강제로 개항을 당하여 점차 유럽 국가들의 반식민지로 전락했으며, 러시아도 1850년대의 크림전쟁에서 패한 후 큰 충격을 받고 개혁에 나섰다.

서유럽은 실로 19세기 중반에야 비로소 동아시아를 능가하고 세계를 지배했다. 동아시아의 근 현대사는 서구 제국주의 열강의 침략이라는 거대한 충격에 직면하여 한, 중, 일 3국이 자주 독립을 보존함과 동시에 근대화를 추진하는 데에서 출발했다. 그러나 동아시아의 봉건적 관료국가들이 집요한 제국주의적 침략에 시달리면서 짧은 기간 안에 근대화를 이룬다는 것은 거의 불가능했다. 특히 한국이 서양 과학기술을 받아들인 것은 처음에는 중국, 나중에는 일본을 매개로 하는 간접적인 경로를 통해서였으므로 서양 과학기술을 동화하는 정도와 수준은 한국이 가장 큰 제약이 있었다. 그리하여 중국과 일본에서 유럽 과학서적의 번역본들이 나오는 동안 한국에서는 아예 나오지도 않았다.

동아시아에서는 지식을 인간의 도리와 지혜를 터득하기 위한 수단으로 여겼다. 지식 추구의 목적이 그 활용에 있지 않았기 때문에 지식 추구의 과정이 철저하지 못했을 뿐 아니라, 지식의 검증 절차를 소홀히 함으로써 서유럽과 같은 자연과학이 발전하지 못했다. 예를 들면 중국수학이 산술학과 대수학의 전통이 강

하지만 기하학적 증명을 중요하게 생각하지 않음으로써 기하학적 천문학을 발전시킬 수 없었다.

동아시아의 근현대사는 유럽의 근대를 베끼는 시대였다. 좋거나 싫거나 따질 것 없이 ‘서양식’ 과학기술을 배우고 가르치며 그것을 발전시키려고 안간힘을 썼다. 또 그런 노력이 어느 정도 성과를 거두어 세계는 이제 똑같은 한 마당의 과학기술체계를 가졌다. 오늘날 과학기술은 여전히 경쟁력의 가장 중요한 바로미터로서 과학기술 수준이 높은 나라와 민족은 살아남고 그렇지 못한 민족과 국가는 후진성에서 벗어날 수 없다. 과학기술이란 오늘의 지성인에게는 필수 교양인 것이다.

중국인은 농경민족이다. 농경적 전통을 가진 사회는 집단성이 강한 이른바 조직인간의 집합체이기 때문에 창의적인 개인은 오히려 소외를 당한다. 평등의식이 이러한 사회 생산구조와 결합할 때 아마추어리즘(Amateurism; 비전문인의 전문인 지배)이라는 특이한 관료조직 체제를 낳는다. 즉 개인으로서의 능력이나 명성보다도 감투에 더 관심이 큰 아마추어들의 집단이 관료군을 형성하는, 그래서 중국의 전통사회에서는 구조적으로 전문가는 언제나 소외당하기 마련이었다. 따라서 신과 사람의 이미지가 겹친 천자가 지배하는 동아시아에서 유럽식 합리주의는 싹틀 수 없었다. 조선과 일본도 중화문화권에 흡수되어 중국과 마찬가지로 쇄국과 유교적 신분질서를 고수함으로써 상공업, 과학 및 군사기술이 서구에 비해 크게 낙후되었다.

중국에서는 한나라 때까지는 세습귀족이, 그리고 당나라에서는 명문별족이 황실의 권력을 견제해왔다. 그러나 송나라와 명나라에 와서는 유교 관료들이 그 역할을 했다. 명나라의 홍무제는 한 현에 최소한 하나의 초등학교를 설립하게 하고

일정한 수의 학생에게 국가장학금을 제공했다. 그리고 각 지방학교의 우수 졸업자는 수도의 국립대학에 진학할 수 있게 했다. 이들 재학생에게는 과거를 볼 수 있는 자격이 주어졌다. 3년에 한 번 보는 1차 시험인 향시에 통과하면 수도에서 2차 시험인 회시를 보고, 그 합격자는 마지막 시험인 전시를 궁중에서 치렀다. 전시 합격자는 진사학위를 받고 고위관리 임용 자격을 가졌다. 시험 과목으로는 유교와 문학의 고전들이었다. (한국도 고려 광종 때 처음으로 이 제도가 도입되어 조선시대 말까지 사회체제로 유지되었다.) 과거시험에 합격해야만 지배계급을 유지할 수 있었던 상위계층은 교육의 주목표가 과거 준비였다. 과거시험의 과목들이 유교경전과 문학이었으므로 이들의 관심사는 자연과학과는 동떨어질 수밖에 없었다. 과거제가 철폐되는 19세기 말까지 과학에 대한 무관심은 계속되었다. 또 서민들에게는 성현의 가르침을 들어 예절(복종)을 강요할 뿐 교육이란 없었다.

2. 한의학

세상의 모든 것, 모든 생각은 파동으로부터 생겨난다. (모든 것에는 고유의 파동이 있다.) 파동이란 일종의 흔들림이기 때문에 서로 간섭하고 영향을 끼치기 쉬운 성질을 가지고 있다. 결국 같은 파동은 서로 동조(공명)하고, 다른 파동은 서로 배척하고, 높은 파동은 낮은 파동에 영향을 준다. 파동은 만물이 인식하는 우주 공통의 언어이다. 따라서 우리는 세상의 모든 것을 파동이라는 코드로 해석해 들어



갈 수 있다. 파동은 동일한 파장대의 물체를 만나면 공명하는 특성이 있는데 정보 전달은 이 공명으로 이루어진다. 자연계의 모든 생물은 이러한 공진을 이용하여 통신을 한다.

우주공간에 가득 차 있는 에너지, 인간의 의식과 공명하는 에너지가 바로 기 에너지이다. 사람이 죽거나 나무가 죽으면 기가 흩어져 우주공간으로 돌아가 다른 형태의 기 에너지로 변한다. 이러한 물질을 현대에는 ‘프리 에너지(Free Energy)’라 부르고 있다. 따라서 기는 에너지가 우주변화법칙에 따라 서서히 순환하는 것으로, 에너지의 흐름이다. 이 에너지가 뭉치면 물질이 되고 흩어지면 에너지로 돌아간다. 즉 아인슈타인(Albert Einstein)의 에너지공식 $E = mc^2$ (여기서 E=에너지, m=질량, c=광속)에서 보는 바와 같이 어떤 질량이라도 에너지화할 수 있다. 이 에너지가 우리가 과학적으로 잘 아는 물리적, 화학적인 에너지일 경우에는 우리는 구체적으로 관찰하고 측정할 수 있고 이 에너지를 이용하기도 하지만, 우리가 모르는 상태로 있는 에너지는 만질 수도 관찰할 수도 없고 이용할 수도 없다.

이 지구상의 만물은 근본적으로 하늘로부터 내려오는 에너지인 천기(天氣: 陽氣)와 땅으로부터 올라오는 지기(地氣: 陰氣)가 지구 표면에서 만나 조화를 부려 생겨난 것이다. 우리는 햇빛, 전파, 우주선 등 하늘에서

내려오는 모든 에너지인 천기와 땅, 수분, 지열, 거름 등의 지기가 어떻게 서로 작용하여 감자가 되고 쌀이 되고 사과가 되는지 아직 자세히는 모르지만, 새벽에 음기가 걷히고 해가 떠올라 양기가 퍼지면 모든 동물과 식물이 잠에서 깨어나 활동을 하다가 해가 지고 음



기가 뒤덮이면 모든 동식물이 활동을 정지하여 몸을 추스르고 휴식에 들어가는 것은 경험적으로 잘 알고 있다.

자연의 힘은 일방통행이 없다. 음이 있으면 반드시 양이 존재한다. 팽창하는 원심성 나선구조를 양이라고 한다면 수축하는 구심성의 나선구조를 음이라 할 수 있다. 자연의 힘은 이 두 가지 힘의 지속적인 상호작용에 의해 나타나는 것이다. ‘음양론’은 우주존재와 활동을 음과 양으로 대립시켜 밝음이 있으면 어둠이 있고, 대소, 동정, 생멸, 남녀와 같이 대립적 관계로 파악한다. 음기는 양기를 받아 만물을 창조하는 정적인 기운으로 여자, 달, 산이다. 양기는 음기를 변화시키는 동적인 기운으로 남자, 태양, 바람, 물 등에 해당한다. 우주만상은 음양의 상호 보완작용에 의해 변화하고 질서를 유지하면서 진화한다. 결국 음양론은 음과 양이 상반 대립과 상호 교감의 논리로, 대립되는 두 개의 개체가 서로 의존적 교감을 이루어 만물이 탄생하고 성장하며 소멸한다고 보고, 나아가 이것은 인간의 운명까지도 지배한다고 생각했다.

또 고대 동아시아인은 조화의 기를 생각하면서 존재의 대표적인 소재인 목화토금수(木火土金水)를 택하여 그들을 있게 하고 움직이게 하는 작용을 고려하여 오행(五行)을 깊이 추구했다. 우주는 이 오행의 기운으로 가득 차 있으며 인간 역시 이 기운의 영향력 아래에 놓여 있다. 이렇듯 음양오행은 천지와 삼라만상을 담아내는 그물이다. 즉, 이 음양오행이 상생, 상극, 화합, 동정, 순역으로 활동함으로써 만물은 성장하고 소멸된다고 생각한 것이다. 결국 대우주는 태극(元氣)에서 시작하여 음양과 오행으로 구성되어 있다고 생각한다. 동아시아의 모든 학문의 사상적 바탕은 이 음양오행론에 있다. 이상의 음양오행설은 고대의 동아시아인들이 당시까지 경험해온 사실을 자연계에서 전개되는 현상에 비추어 정리 정돈하고

분류하여 어떠한 도리를 파악하려 했던 시도였다. 이렇듯 동아시아의 전통문명의 핵심에는 기가 자리하고 있다. (한의학도 기의 사유체계를 기반으로 한다.) 동아시아의 전통 한의학은 자연을 바라볼 때 시스템 중심의 유기체적 입장을 취한다. 질병을 바라볼 때 세포나 조직 차원에서 국부적으로 바라보지 않고 몸 전체의 균형과 조화 그리고 주위 환경과의 관계를 통해서 파악한다. 기는 인간을 포함한 자연계 전반의 기능과 구조를 설명하기 위해 사용하는 개념으로 정보처리 능력이 있는 에너지, 곧 마음을 가진 물질이므로 동아시아의 전통의학과 그 궤를 같이한다. 더하여 한의학에서는 장기간에 걸쳐 축적된 의학 체험을 5행의 다섯 가지로 분류하여 생체의 구성 요소, 생리 기능, 병리 설명, 진단, 치료, 식물, 환경 상황의 파악에 응용해왔다.

한의학에서는 인체는 오장(五臟)과 육부(六腑)가 있으며 각각의 오장육부는 본래의 구체적인 기능 외에도 인체 각 기관이 정상적으로 돌아갈 수 있도록 하는 어떤 기능과도 관련이 있다고 본다. 인체는 경락(經絡)이라는 무형의 신비한 효과를 지닌 통로로 연결되어 있으며 기혈(氣血) 및 유형과 무형의 형태로 존재하는 진액(津液)이라는 물질로 기능이 돌아간다. 그리고 전체 생명은 긴밀하게 하나로 연결되어 종합적으로 운행되는 것이다.

한의학의 임상진단은 문(聞), 문(聞), 망(望), 절(切)의 4진(診)을 주요 수단으로 한다. 문(聞)은 듣고 냄새 맡는 것을 말하는데, 환자의 성대와 기관의 소리를 자세히 듣고 환자의 호흡, 내장, 오관과 몸의 냄새를 맡는 것이다. 그리고 문(聞)은 환자에게 적절한 질문을 하고 환자의 진술을 자세히 듣는 것이다. 망(望)은 피부, 오관, 정신 상태, 설태, 손가락, 손톱 등을 관찰하는 것이다. 절(切)은 진맥을 짚는 행위를 말하는데 한의학의 특별한 기술로 의사가 2, 3, 4번째 손가락을 환자의 손목

에 올려놓고 맥박의 빠르기, 강약, 경중, 허실에 근거하여 병의 증상을 진단하고 원인을 추론하는 것이다. 의사는 진단할 때 음양오행(陰陽五行)학설에 근거한다.



인체의 생리 병리학적 성질 중에 열이 나고 극도로 흥분하며, 맥박이 빨라지고 피부가 붉게 변하며 입이 마르는 것 등은 양(陽)에 속한다. 반대로 손발이 차고 피부가 창백하며 맥박이 느리고 허약한 것은 음(陰)에 속한다. 음양 간에는 상호 생성, 의존, 흥하고 쇠함, 전환이 일어난다. 즉 음양(陰陽), 허실(虛實), 표리(表裏), 한열(寒熱)을 원칙으로 하는 팔강변증(八綱辨症)을 연구하여 환자를 치료하고 병의 증세에 맞게 약을 처방하여 뛰어난 치료 효과를 얻을 수 있다. 오행은 우주만물을 형성하는 원기(元氣)인 목(木), 화(火), 금(金), 수(水), 토(土)를 말하며 그 변증 관계는 목생화(木生火), 화생금(火生金), 금생수(金生水), 수생토(水生土)이다. 한의학에서 오장육부는 모두 오행으로 귀납되며 각각의 장기는 특정한 성질을 가지고 있는데 상호 간 상극하고 상호 간 영향을 주고받으며 또한 상호 간 흥하고 쇠한다고 여겼다.

한의학의 기초 위에 생겨난 한약은 한(寒), 열(熱), 온(溫), 양(涼)의 기본 성질을 연구하여 다섯 가지 맛, 즉 신맛, 단맛, 쓴맛, 매운맛, 짠맛의 약물로 여러 질병을 치료했다. 한약은 전부 자연계에서 얻어진 것으로 『신농본초경(神農本草經)』에는 365가지의 약물이 기록되었다. 춘추전국시대의 편작(扁鵲)과 후한 때의 화타(華佗)와 장중경(張仲景), 당나라 때의 손사막(孫思邈)은 이름난 의사이다. 장중경의 『상한잡병론』과 손사막의 『천금요방』은 한의사들이 꼭 읽어야 하는 필독서이다. 가장 유명한 약물학자는 명나라 때의 이시진(李時珍)으로 그는 『본초강목』에 1,892종의 약재를 망라했고 1만 1,000여 종의 비방을 수집하여 기록했으며 1,100여 점에

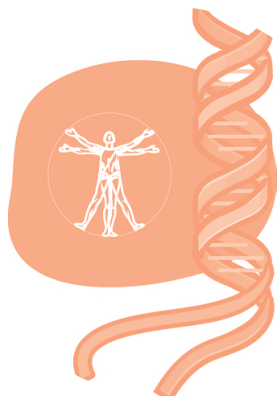
달하는 그림을 실었다.

한약은 처방할 때 특히 ‘군신좌사(君臣佐使)’와 ‘칠정화합(七情和合)’을 중요시했다. 군신좌사는 환자를 치료하는 약을 처방하는 방법으로 군(君)약은 주요한 작용을 하는 약, 신(臣)약은 군약의 보조로 쓰이는 약, 좌(佐)약은 군신(君臣)약의 지나친 효력을 통제하여 부작용을 막는 약, 사(使)약은 각종 약물을 병의 환부로 유도하여 치료 효과를 강화하는 약을 말한다. 칠정화합은 한약을 배합할 때 반드시 따라야 하는 원칙으로 약만을 써서 치료하는 경우, 두 가지 약물이 서로 치료 효과를 증대시키는 경우, 서로 다른 약성의 약물이 공통적인 치료 효과가 있는 경우, 하나의 약이 다른 약의 치료 효과를 높일 수 있는 경우, 하나의 약이 가진 독성이 다른 약으로 인해 줄어드는 경우, 두 가지 약물 배합이 부작용을 일으킬 수 있는 경우, 하나의 약이 다른 약의 효능을 감소시키는 경우의 일곱 가지 상황에 대한 설명이다. 즉 약의 배합이 조화로워야 치료 효과를 증대시키고 실수를 피할 수 있다는 것이다.

3. 서양과학의 이식

근대 서양의 과학기술은 19세기에 정점을 이룬 독일의 과학과 20세기에 거대 과학을 만든 미국의 과학으로 크게 나누어볼 수 있다. 독일형 모델은 첫째, 대학이 연구와 교육 기능의 중심이었다. 연구는 대학의 실험실과 세미나에서 이루어지고 교육은 학부에서 과학의 최첨단 분야를 가르친다. 둘째, 언어는 당시 국제 학술 표준어인 독일어였으며 영어나 프랑스어도 사용되었다. 셋째, 유학생에게도 본국인과 같이 학위(Ph. D.)가 주어졌기 때문에 세계의 학술 중심지가 되었다. 넷째, 당시의 첨단과학기술은 화학이었다. 19세기에 독일이 산업혁명에 접어들

있을 때는 화학이 첨단과학기술이었다. 오늘날에도 화학은 독일이 앞선 분야이다. 다섯째, 학풍은 상아탑적이었고 지방정부의 명예를 위한 것이었다. 독일은 비스마르크(Otto E. L. Bismarck) 이전에는 제국으로 국가가 통일되어 있지 않아 여러 영주(領國, 번)에서는 그 군주가 자기 지역의 명예를 높이기 위하여 유명한 학자들을 자신들의 지방대학에 초빙하려 했다. 대학에서는 교수, 학생 모두 이동



이 자유로워서 우수한 학자의 명성을 따라 학생도 옮겨 다녔다. 이러한 과정에서 독일에는 학문을 육성하기 위한 ‘경쟁조건’이 성립되었다. 이리하여 과학기술 면에서 독일과 유럽은 아직도 세계의 주도권을 행사하고 있다.

제2차 세계대전 이전까지 미국은 발명과 실용적 기술은 발달했지만 기초과학에서는 유럽에 비해 떨어졌다. 그러나 독일이 제1차 세계대전에서 패하여 피폐해지고, 나치가 유대인 과학자들을 추방함으로써 세계과학의 중심지는 독일에서 미국으로 이동하고 있었다. 미국은 국가적 부에서 유럽을 능가하고 있었기 때문에 값비싼 실험 설비를 갖추어 거대과학을 만들고 있었다.

미국은 첫째, 대학원이 연구와 교육의 중심이었다. 일찍이 19세기 후반부터 시작된 이 제도는 20세기에 접어들면서 정착되어 박사학위를 목표로 하는 과정(Course Work)을 이수하고 학위논문을 작성하는 형식으로 정립되었다. 미국은 연방제 국가였기 때문에 독일과 유사한 경쟁조건이 대학 간에 생겨났다. 또 내부적으로 우수한 학생에게 장학금을 준다면 열심히 하지 않는 학생에게는 학위를 수여하지 않는 신상필벌의 내부구조가 갖춰져 있다. 둘째, 유학생도 본국인과 같이

장학금과 학위를 받고, 외국인 과학자도 원칙적으로는 본국인과 같은 조건으로 고용될 수 있기 때문에 세계의 중심지가 될 수 있었다. 원래 미국은 이민이 만든 나라이기도 하고 과학기술연구자가 맨주먹으로도 사회적으로 출세할 수 있는 많은 직업이 존재했기 때문에 대학 주변은 세계주의적 분위기가 충만해 있다. 더욱이 이과계는 어학의 약점이 적기 때문에 컴퓨터과학 등에서 동아시아 연구자들이 그 선두를 점하고 있다. 셋째, 첨단과학기술은 제2차 세계대전 전에는 전기(電氣), 전쟁 이후에는 전자(電子)와 우주(宇宙)였다. 미국의 과학기술은 모든 분야에서 강하지만 특히 20세기 초반에는 전기기술이 우월했고, 전후는 냉전구도 속에서 군사적 필요에 의해 전자와 컴퓨터 분야에서 세계를 지배했다. 우주과학도 소련과 경쟁한 분야였다. 연구비의 지출은 연방정부와 군이 주도했다. 맨해튼계획과 같은 전시과학동원이 성공적으로 수행된 이래, 정부가 연구개발비를 부담하여 국립 연구소는 물론 기업과 대학에도 연구를 시키는 과학기술구조가 생겨났다.

19세기 말부터 서구문화의 학습으로 과학과 민주, 기독교가 표준으로 자리 잡으면서 동아시아 각국은 자신들의 전통문화를 버리고 서구화에 매진했다. 이리하여 일본을 시작으로 하여 제2차 세계대전 후 독립한 한국과 대만 그리고 마지막으로 중국이 지난 30년 동안 초고속 경제성장을 이룩했다. 일본은 이미 1980년도에 세계 최강의 산업국이 되었으며, 중국은 2010년도에 세계 제2의 경제대국이 되었다. 산업혁명이 풀어놓은 세계질서가 200년 만에 제자리를 찾아가고 있는 것이다.

참고 및 인용 문헌



| 국내 문헌 |

- 강성종, 『한국 과학기술 백년대계를 말한다』, 라이프사이언스, 2008.
- 고경민, 『인터넷은 민주주의를 이끄는가』, 삼성경제연구소, 2006.
- 고야마 게이타, 손영수 옮김, 『빛으로 말하는 현대 물리학』, 전파과학사, 1990.
- 국가과학기술자문회의 한국과학문화재단 엮음, 『과학이 세상을 바꾼다』, 웅진싱크빅, 2007.
- 금장태, 『현대 한국유교와 전통』, 서울대학교출판부, 2003.
- 기시모토 야스시, 백태홍 옮김, 『생명을 만드는 물질-단백질, 아미노산의 화학』, 전파과 학사, 1980.
- 김교빈 외, 『동양철학과 한의학』 아카넷, 2003.
- 김도연, 『우리시대 기술혁명』, 생각의나무, 2004.
- 김두진, 『EU 사례에서 본 동아시아 경제통합』, 삼성경제연구소, 2006.
- 김성동, 『기술 - 열두 이야기』, 철학과현실사, 2005.
- 김성진, 『박정희』, 살림출판사, 2007.
- 김영식, 『과학혁명-전통적 관점과 새로운 관점』, 아르케, 2001.
- 김영태, 『아시아를 빛낸 노벨상 수상자』, 한승, 2005.
- 김용옥, 『건강하세요 I』, 통나무, 1998.
- 김용운 · 김용국, 『동양의 과학과 사상』, 일지사, 1984.
- 김우겸, 『한의학과 현대의학』, 서울대출판부, 2003.
- 김유정, 『디지털 춘수, 변화하는 인간관계』, 삼성경제연구소, 2007.
- 김재선, 『아편과 근대중국』, 한국학술정보, 2010.
- 김재수, 『2012 지구 대전환』, 소피아, 2009.
- 김종범, 『한국 기술혁신의 이론과 실제』, 백산서당, 2002.
- 김 호, 『조선의 명의들』, 살림, 2007.
- 김호기 외, 『지식의 최전선』, 한길사, 2002.

김훈기, 『물리학자와 함께 떠나는 몸속 기 여행』, 동아일보사, 2008.
 나카쓰카 아키라, 이규수 옮김, 『일본인이 본 역사 속의 한국(한림신서 일본학총서 73)』, 소화, 2003.
 남문현·손옥, 『전통 속의 첨단공학기술』, 김영사, 2002.
 뉴턴편집부, 『파동의 사이언스』, 뉴턴코리아, 2011.
 다지카 에이이치, 김규태 옮김, 『46억년의 생존』, 글항아리, 2011.
 마가렛 체니, 이경복 옮김, 『니콜라 테슬라』, 양문, 2002.
 마에바야시 기요카즈 외, 박문현·세키네 히데유키 옮김, 『기의 비교문화-중국, 한국, 일본』, 한울, 2006.
 마크 뷰캐넌, 김희봉 옮김, 『사회적 원자』, 사이언스북스, 2010.
 문중앙, 『우리 역사 과학 기행』, 동아시아, 2006.
 미야타 신페이, 김정식 펴냄, 『과학자의 자유로운 낙원-오코우치 마사토시와 이화학연구소』, 약산출판사, 2005.
 박번순, 『중국과 인도, 그 같음과 다름』, 삼성경제연구소, 2007.
 박병운 외, 『기와 21세기』, 양문, 1998.
 박상표, 한국문화콘텐츠진흥원 엮음, 『조선의 과학기술』, 현암사, 2008.
 박성래 엮음, 『중국과학의 사상-중국에는 왜 과학이 없었던가?(현대과학신서 10)』, 전파과학사, 1978.
 박성래, 『과학사 서설』, 한국외국어대학교출판부, 1993.
 박성래, 『중국과학의 사상』, 전파과학사, 1978.
 박성래, 『한국인의 과학정신』, 평민사, 1993.
 박세길, 『다시쓰는 한국현대사 1, 2, 3』, 돌베개, 1988.
 방건웅, 『기가 세상을 움직인다 2부-도덕과 과학』, 예인, 2005.
 방건웅, 『신과학이 세상을 바꾼다』, 정신세계사, 1997.
 山田光胤·代田彦彦, 오담 옮김, 『도설 동양의학(동양학술총서 4)』, 논장, 2010.
 손동원, 『기업생로병사의 비밀』, 삼성경제연구소, 2007.
 손제하, 하일식 옮김, 『조선이 일본에 전해준 하이테크 이야기』, 일빛, 2005.

송위진, 『한국의 이동통신, 추격에서 선도의 시대로』, 삼성경제연구소, 2005.
 신경섭, 『미국 특허 이야기』, 한솜미디어, 2003.
 신과학연구회 엮음, 『신과학운동』, 범양사, 1986.
 신도 마사아키, 김은진 옮김, 『니콜라 테슬라, 과학적 상상력의 비밀』, 여름언덕, 2008.
 신재용, 『속 알기 쉬운 한의학』, 동화문화사, 1989.
 신현득, 한국문화콘텐츠진흥원 엮음, 『한국의 전투와 무기』, 현암사, 2008.
 쓰치다 아쓰시·오비쓰 료이치, 김두한 옮김, 『기와 엔트로피』, 심산, 2004.
 야나기다 야마요시, 전병식 옮김, 『21세기를 위한 기술』, 한국경제신문사, 1997.
 야마다 게이지, 박성환 옮김, 『중국과학의 사상적 풍토』, 전파과학사, 1994.
 오가사와라 세이지, 이동희 옮김, 『스피드 과학』, 전나무숲, 2007.
 오민영, 『청소년을 위한 동양과학사』, 두리미디어, 2007.
 오카다 잇코, 최문련 옮김, 『피가 맑아야 몸이 산다』, 시간과공간사, 2011.
 우경윤, 『청소년을 위한 세계사 동양편』, 두리미디어, 2004.
 우에하라 카즈요시 외, 한철호·이규수 옮김, 『동아시아 근현대사』, 옛오늘, 2009.
 월레스 홀 캠펠, 이재일·차동우 옮김, 『지구 자성-자기장 속으로의 여행』, 북스힐, 2010.
 유영만, 『지식 생태학』, 삼성경제연구소, 2006.
 윤봉준, 『선진 3국 부강기-영미일 그들은 어떻게 부강국가가 되었나』, 삼성경제연구소, 2008.
 윤 실, 『물-기적의 물질』, 전파과학사, 2009.
 윤한홍, 『기치료에 대한 정직한 이야기-진실과 거짓』, 좋은땅, 2010.
 이기백 엮음, 『조선시대의 과거제도(한국사시민강좌 제16집)』, 일조각, 1995.
 이기백 엮음, 『한국의 풍수지리설(한국사시민강좌 제14집)』, 일조각, 1994.
 이성환, 『전쟁국가 일본』, 살림, 2005.
 이종각, 『추락하는 일본』, 나남, 2011.
 이종호, 『과학 삼국유사』, 동아시아, 2011.
 이종호, 『과학한국을 이끈 역사 속 명저』, 글로연, 2010.

- 이종호, 『노벨상이 만든 세상-물리학 I, II』, 나무의 꿈, 2007.
- 이종호, 『미래과학, 세상을 바꾼다』, 과학사랑, 2011.
- 이종호, 『한국 7대 불가사의』, 역사의 아침, 2007.
- 이종호 · 박택규, 『한국의 과학기술 이야기 1, 2』, 집사재, 2006.
- 이차크 벤토프, 류시화 · 이상무 옮김, 『우주심과 정신물리학』, 정신세계사, 1987.
- 이춘근, 『북한의 과학기술』, 한울아카데미, 2005.
- 이필렬 외, 『과학-우리시대의 교양』, 세종서적, 2004.
- 이필렬 · 이충원, 『인간과 과학』, 한국방송통신대학교 출판부, 2001.
- 임선영, 『청소년을 위한 동양철학사』, 두리미디어, 2009.
- 임정혁, 『과학사에 있어서의 근세-조선과 일본의 비교검토(한국과학사학회지 제25권 제2호)』, 한국과학사학회, 2003.
- 임종원 외, 『한국전자산업의 마케팅 발전과정』, 서울대학교출판부, 2008.
- 장하준, 형성백 옮김, 『사다리 건너차기』, 부키, 2004.
- 장희익, 『삶과 온생명』, 솔출판사, 1998.
- 전상운, 『한국과학사』, 사이언스북스, 2000.
- 정구현 외, 『한국의 기업경영 20년』, 삼성경제연구소, 2008.
- 정동찬, 『옛것도 첨단이다』, 민속원, 2001.
- 정인경, 『청소년을 위한 한국과학사』, 두리미디어, 2007.
- 정홍철, 『우주개발의 숨은 이야기』, 살림출판사, 2004.
- 제닛 아부-루고드 지음, 박흥식 · 이은정 옮김, 『유럽 패권 이전 13세기 세계체제』, 까치, 2005.
- 제임스 E. 메클렌란 3세 · 헤럴드 도론, 전대호 옮김, 『과학과 기술로 본 세계사 강의』, 모티브북, 2006.
- 조셉 니덤, 콜린 로언 역음, 김영식 · 김제란 옮김, 『중국의 과학과 문명-사상적 배경 (축약본 1)』, 까치글방, 1998.
- 주완철 · 주광석, 『역사와 함께하는 과학이야기』, 성균관대학교출판부, 2000.
- 찰리 길리스피, 이필렬 옮김, 『객관성의 칼날』, 새물결, 1999.

최성우, 『과학사 X파일』, 사이언스북스, 1999.

최승훈, 『한의학 이야기』, 푸른나무, 1997.

치엔 웨이창, 오일환 역음, 『중국 역사 속의 과학발명』, 전파과학사, 1998.

케이 미즈모리, 고윤희 옮김, 『은폐된 과학의 불편한 진실』, 로코코북, 2010.

크리스 피어스, 황보 중우 옮김, 『전쟁으로 보는 중국사』, 수막새, 2005.

테사 모리스 스즈키, 박영무 옮김, 『일본 기술의 변천』, 한승, 1998.

토비 E. 하프, 김병순 옮김, 『사회, 범체계로 본 근대과학사 강의』, 모티브, 2008.

하시모토 주로, 유희준 · 송익 옮김, 『전후 일본 경제(한림신서 일본학 총서 22)』, 소화, 1996.

한국과학기술단체총연합회, 『밀레니엄 과학, 밀레니엄 기술』, 이지컴, 2000.

한국과학문화재단, 『과학기술인! 우리의 자랑』, 양문, 2006.

한국과학문화재단, 『교양으로 읽는 과학의 모든 것 1, 2』, 미래M&B, 2006.

한국과학재단, 『미래를 만드는 한국의 과학자들』, 상상박물관, 2007.

한국사 시민강좌 편집위원회, 『한국사에 펼쳐진 과거제(한국사시민강좌 제46집)』, 일조각, 2010.

한국역사연구회, 『조선시대 사람들은 어떻게 살았을까』, 청년사, 1996.

한스 요하임 브라운, 김현정 옮김, 『세계사를 바꾼 가장 위대한 101가지 발명품』, 플래닛미디어, 2006.

한양대학교 과학철학 교육위원회 역음, 『과학기술의 철학적 이해』, 한양대학교출판부, 2004.

한양대학교 과학철학 교육위원회 역음, 『인문사회계 학생을 위한 과학기술의 철학적 이해』, 한양대학교 출판부, 2008.

항지앤 · 꾸어치우후이, 한민영 옮김, 『전통공예(중국문화 13)』, 대가, 2008.

허 준, 이선준 역음, 『동의보감』, 은광사, 1988.

허창욱, 『반중력의 과학』, 모색, 1999.

후지모토 다카히로, 박정규 옮김, 『모노즈쿠리』, 월간조선, 2004.

| 外國 文헌 |

廣重徹 『科學の社會史 上, 下』, 岩波書店, 2002.

大塚恭男, 『東洋醫學』, 岩波新書, 1996.

藪内清, 『中國古代の科學』, 講談社學術文庫, 2004.

中岡哲郎, 『日本近代技術の形成』, 朝日新聞社, 2006.

杜石然 外, 『中國科學技術史 上, 下』, 東京大學出版會, 1997.

中岡哲郎 外, 『産業技術史』, 山川出版社, 2001.

衫本勳 編, 『科學史』, 山川出版社, 1967.

丸川知雄, 『現代中國の産業』, 中公新書, 2007.

Donna L. Doane, "Cooperation, technology, and Japanese development", WestviewPress, 1998.

Fumio Kodama, "Emerging patterns of innovation", Harvard Business School Press, 1995.

Morris Low, Shigeru Nakayama, and Hitoshi Yoshioka, "Science, technology and society in contemporary Japan", Cambridge University Press, 1999.

Robert Temple, "The genius of China", Inner Traditions, Rochester, Vermont, 2007.

Sang-woon Jeon, "Chemistry, chemical technology, and pharmaceuticals," chap. 4 of Science and technology in Korea: Traditional Instruments and Techniques Cambridge, Mass: MIT Press, 233-69, 1974.

Shigeru Nakayama, "A social history of science and technology in contemporary Japan Vol. 2", Trans Pacific Press, Melbourne, 2005.

과학이 보인다

② 동아시아의 과학

인 쇄 2013년 3월 25일

발 행 2013년 3월 28일

발행인 이철호(한국식량안보연구재단)

발행처 도서출판 식안연

주 소 서울시 성북구 안암로 145, 고려대학교 생명과학관(동관) 401호

전 화 02-929-2751 / 팩 스 02-927-5201

이메일 foodsecurity@foodsecurity.or.kr

홈페이지 www.foodsecurity.or.kr

디자인 오정화

편집·인쇄 한림원(주) <http://www.hanrimwon.com>

· 책값은 뒤표지에 있습니다.

· 이 책의 무단 전재 또는 복제를 금합니다.

